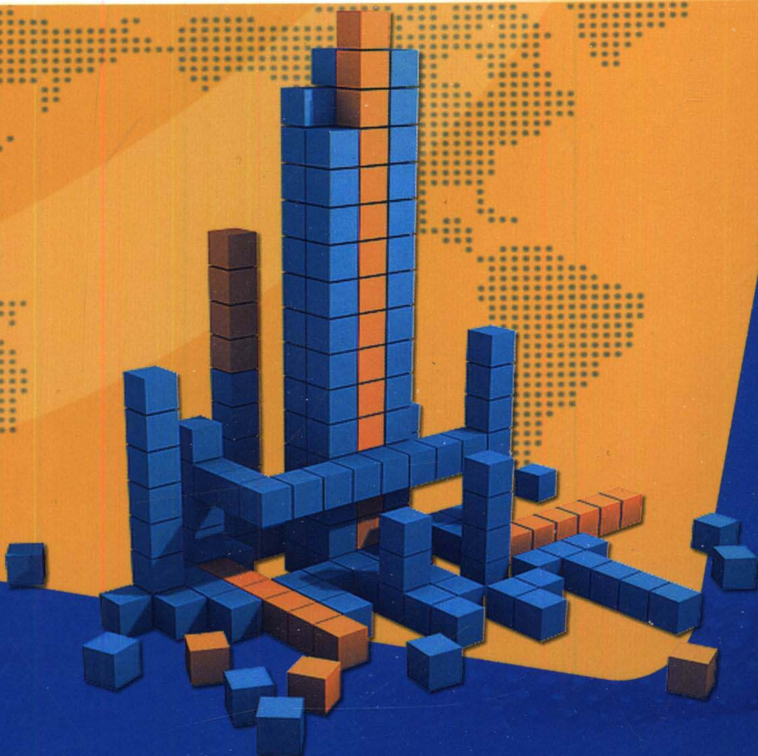
光盘内含超值源文件和操作视频

零基础学丛书

零基础学 AutoCAD2012 电气制图工程应用

张立富　陈刚　彭景云○等编著

零起点快速入门
多媒体视频教学
实际工程案例





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

零基础学丛书

零基础学 AutoCAD 2012
电气制图工程应用

张立富　陈　刚　彭景云　等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书围绕 AutoCAD 2012 环境下的电气设计进行了详细讲解。全书以 AutoCAD 2012 电气设计为主线，针对每个知识点进行详细讲解，并辅以相应的实例，使读者能够快速、熟练、深入地掌握 AutoCAD 2012 电气设计技术。

本书结构严谨、条理清晰、重点突出，非常适合广大 AutoCAD 电气设计初学者、电气工程技术人员以及计算机辅助设计爱好者阅读，同时也可作为大中专院校、高职院校相关专业及社会认证培训的辅导教材。

图书在版编目（CIP）数据

零基础学 AutoCAD 2012 电气制图工程应用/张立富等编著. —北京：机械工业出版社，2012. 10

（零基础学丛书）

ISBN 978-7-111-39560-7

Ⅰ. ①零… Ⅱ. ①张… Ⅲ. ①电气制图－计算机制图－AutoCAD 软件 Ⅳ. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 200061 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：牛新国 顾 谦 责任编辑：顾 谦

版式设计：霍永明 责任校对：樊钟英

封面设计：陈 沛 责任印制：李 妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012 年 11月第 1 版第 1 次印刷184m

m×260mm · 29 印张 · 716 千字 0001

—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-39560-7

ISBN 978-7-89433-622-4（光盘）

定价：69.90 元（含1DVD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社 服 务 中 心：(010)88361066 教材网：http://www.cmpedu.com

销 售 一 部：(010)68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com

销 售 二 部：(010)88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952

读者购书热线：(010)88379203 **封面无防伪标均为盗版**

前　言

AutoCAD 2012 是当前最新版的 AutoCAD 软件，它运行速度快，安装要求比较低，而且具有更加强大的功能以及更加友好的图形设计界面，是进行电气设计的理想工具软件。它提供的平面绘图功能能胜任电气工程图中使用的各种电气系统图、框图、电路图、接线图、电气平面图等的绘制。AutoCAD 2012 还提供了三维造型、图形渲染等功能，以及电气设计人员有可能要绘制的一些机械图、建筑图，来作为电气设计的辅助工作。

电气工程图用来阐述电气工程的构成和功能，描述电气装置的工作原理，提供安装和维护使用的信息，辅助电气工程研究和指导电气工程实践施工等。电气工程的规模不同，电气工程图的种类和数量也不同。电气工程图的种类与工程的规模有关，较大规模的电气工程通常包含更多种类的电气工程图，从不同的侧面表达不同侧重点的工程含义。

全书分为 12 章，其中第 1 章主要介绍了 AutoCAD 2012 的安装启动、新特性、文件的基本操作、图层设置等。第 2 章主要介绍了二维图形绘制与编辑；第 3 章主要介绍了标注基础与样式设置；第 4 章主要介绍了三维图形绘制基础；第 5 章主要介绍了打印和发布图形；第 6 章主要介绍了电气工程图的基本知识，包括电气工程的分类、电气工程图的种类、特点、电气工程 CAD 制图的规范、电气图形符号的构成等知识；第 7 章主要介绍了基本电气图形符号的绘制；第 8 章主要介绍了变电和输电工程图；第 9 章主要介绍了电路图设计；第 10 章主要介绍了控制电气设计；第 11 章主要介绍了机械电气设计；第 12 章主要介绍了建筑电气设计；附录 A 给出了常用电气元件文字符号，附录 B 给出了常用电气图形符号的表示。

本书注重基础知识讲解，重点介绍了 AutoCAD 2012 中文版在电气设计中的应用方法与技巧。在介绍的过程中，内容由浅入深，由易到难，各章节既相对独立又前后关联，作者根据自己多年的经验及学习的通常心理，及时给出总结和相关提示，帮助读者及时、快捷地掌握所学知识。全书解说翔实、图文并茂、语言简洁、思路清晰，通过学习，使得读者即使以前从没接触过 AutoCAD，同样可以轻松掌握软件。

本书除利用传统的纸面讲解外，随书配送了多功能学习光盘。光盘中包含全书讲解实例和练习实例的源文件素材，并制作了全程实例大部分动画 AVI 文件，总时长约 25h，读者可以像看电影一样轻松愉悦地学习本书。

本书实例经典，内容丰富，这是本书的又一特色。案例涉及几乎电气工程的所有领域，取材于工程实践，覆盖面广、代表性强，通过循序渐进的讲解和指导，有利于读者举一反三，全面掌握。

另外，由于本书均选择 AutoCAD 2012 软件实际图形和文字符号讲述，有部分内容并未以国家标准统一，请读者注意！对于电路中的节点，为了符合电路课程惯例也予以保留。

随书光盘包含了书中案例所采用的全部源文件和操作视频，供读者在阅读《零基础学

AutoCAD 2012 电气制图工程应用》时进行操作练习和参考。

零起点快速入门 + 多媒体视频教学 + 实际工程案例，必将让您全面掌握 AutoCAD 2012 设计精髓，成为一名优秀的电气设计工程师。

本书由张立富（第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 8 章、第 9 章、附录 A、附录 B）、李春艳（第 5 章）、吕东方（第 6 章）、贾文斌（第 7 章）、陈刚（第 10 章）、彭景云（第 11 章）、毕永利（第 12 章）编写。另外参加编写工作的还有管殿柱、李文秋、宋一兵、王献红、赵景波、赵景伟、张轩、谈世哲、田绪东、付本国、马震、穆秀春、莫正波、段辉、刘娜、杨德平、褚忠、董青、张洪信、王怀敏等。

本书在编写过程中，作者力图使本书的知识性和实用性相得益彰，但由于水平所限，疏漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

作　者

目　录

前言
第 1 章　AutoCAD 2012 入门基础 ……… 1
1.1　安装 AutoCAD 2012 的软硬件要求 ……… 2
1.1.1　硬件环境要求 ……… 2
1.1.2　软件环境要求 ……… 2
1.1.3　三维建模的其他需求 ……… 3
1.1.4　安装 AutoCAD ……… 3
1.1.5　启动 AutoCAD ……… 4
1.2　操作界面 ……… 4
1.2.1　标题栏 ……… 5
1.2.2　工具栏 ……… 5
1.2.3　菜单栏 ……… 5
1.2.4　状态栏 ……… 5
1.2.5　绘图窗口 ……… 6
1.2.6　命令行窗口 ……… 7
1.2.7　模型/布局选项卡 ……… 7
1.2.8　滚动条 ……… 7
1.2.9　菜单浏览器 ……… 7
1.3　AutoCAD 2012 的新特性 ……… 8
1.4　AutoCAD 2012 的基本操作 ……… 11
1.4.1　文件操作 ……… 11
1.4.2　坐标系介绍 ……… 14
1.4.3　使用帮助 ……… 16
1.5　规划和管理图层 ……… 17
1.5.1　规划图层 ……… 17
1.5.2　管理图层 ……… 21
1.6　本章总结 ……… 26
1.7　思考与练习 ……… 26
第 2 章　二维图形绘制与编辑 ……… 27
2.1　二维图形绘制 ……… 28
2.1.1　绘制点对象 ……… 29
2.1.2　绘制直线 ……… 30
2.1.3　绘制射线 ……… 30
2.1.4　绘制构造线 ……… 31
2.1.5　绘制矩形 ……… 31
2.1.6　绘制正多边形 ……… 32
2.1.7　绘制圆 ……… 33
2.1.8　绘制圆弧 ……… 33
2.1.9　绘制椭圆 ……… 34
2.1.10　绘制椭圆弧 ……… 35
2.1.11　绘制多段线 ……… 36
2.1.12　绘制多线 ……… 37
2.1.13　绘制云状线 ……… 37
2.2　二维图形编辑 ……… 38
2.2.1　选取对象 ……… 38
2.2.2　删除对象 ……… 40
2.2.3　复制对象 ……… 41
2.2.4　镜像对象 ……… 41
2.2.5　偏移对象 ……… 42
2.2.6　阵列对象 ……… 43
2.2.7　移动对象 ……… 45
2.2.8　旋转对象 ……… 46
2.2.9　对齐对象 ……… 47
2.2.10　修剪对象 ……… 48
2.2.11　拉伸对象 ……… 49
2.2.12　延伸对象 ……… 50
2.2.13　缩放对象 ……… 51
2.2.14　拉长对象 ……… 52
2.2.15　分解对象 ……… 52
2.2.16　打断对象 ……… 53
2.2.17　打断于点 ……… 53

2.2.18　倒角对象 …… 54
2.2.19　圆角对象 …… 55
2.2.20　合并对象 …… 56
2.3　电气示例 …… 56
2.3.1　绘制绝缘子 …… 56
2.3.2　绘制电线杆组装图 …… 59
2.4　本章总结 …… 67
2.5　思考与练习 …… 67

第 3 章　标注基础与样式设置 …… 68

3.1　尺寸标注样式 …… 69
3.1.1　尺寸标注的规则 …… 69
3.1.2　尺寸标注的组成 …… 69
3.1.3　尺寸标注的类型 …… 70
3.1.4　创建尺寸标注的基本步骤 …… 70
3.1.5　创建尺寸标注样式 …… 70
3.1.6　“线”选项卡 …… 71
3.1.7　“符号和箭头”选项卡 …… 73
3.1.8　“文字”选项卡 …… 73
3.1.9　“调整”选项卡 …… 74
3.1.10　“主单位”选项卡 …… 75
3.1.11　“换算单位”选项卡 …… 75
3.1.12　“公差”选项卡 …… 76
3.2　标注基本类型 …… 77
3.2.1　线性标注 …… 77
3.2.2　对齐标注 …… 77
3.2.3　弧长标注 …… 78
3.2.4　基线标注 …… 79
3.2.5　连续标注 …… 79
3.2.6　半径标注 …… 80
3.2.7　折弯标注 …… 81
3.2.8　直径标注 …… 81
3.2.9　圆心标记 …… 82
3.2.10　角度标注 …… 82
3.2.11　引线标注 …… 83
3.2.12　坐标标注 …… 83
3.2.13　快速标注 …… 84
3.2.14　形位公差标注 …… 85
3.3　编辑尺寸标注 …… 86
3.4　文字与编辑文字 …… 88
3.4.1　创建文字样式 …… 89
3.4.2　创建单行文字 …… 91
3.4.3　使用文字控制符 …… 92
3.4.4　编辑单行文字 …… 93
3.4.5　创建多行文字 …… 94
3.5　创建表格对象 …… 96
3.5.1　创建和管理表格样式 …… 96
3.5.2　创建表格 …… 99
3.5.3　编辑表格和表格单元 …… 100
3.5.4　在表格对象中填写文字 …… 102
3.6　电气示例 …… 103
3.6.1　逐行撰写继电器名称与符号 …… 103
3.6.2　绘制线路配线方式符号表 …… 105
3.6.3　电线杆组装图标注 …… 108
3.7　本章总结 …… 110
3.8　思考与练习 …… 110

第 4 章　电气元件的三维图形绘制 …… 112

4.1　三维绘图基础 …… 113
4.1.1　建立用户坐标系 …… 113
4.1.2　设置视图观测点 …… 113
4.1.3　动态观察 …… 116
4.1.4　使用相机 …… 116
4.1.5　漫游与飞行 …… 120
4.1.6　观察三维图形 …… 121
4.1.7　绘制三维点 …… 123
4.1.8　绘制三维直线和样条曲线 …… 123
4.1.9　绘制三维多段线 …… 124
4.1.10　绘制螺旋线 …… 124
4.2　绘制三维网格和实体 …… 125
4.2.1　绘制平面曲面 …… 125
4.2.2　绘制三维面 …… 126
4.2.3　绘制三维网格 …… 126
4.2.4　绘制旋转网格 …… 127
4.2.5　绘制平移网格 …… 127
4.2.6　绘制直纹网格 …… 128
4.2.7　绘制边界网格 …… 128
4.2.8　绘制多段体 …… 129
4.2.9　绘制长方体 …… 130
4.2.10　绘制楔体 …… 131

4.2.11　绘制圆柱体 …… 131
4.2.12　绘制圆锥体 …… 132
4.2.13　绘制球体 …… 133
4.2.14　绘制圆环体 …… 133
4.2.15　绘制棱锥面 …… 134
4.2.16　拉伸 …… 135
4.3　编辑和渲染三维对象 …… 136
4.3.1　三维移动 …… 136
4.3.2　三维旋转 …… 136
4.3.3　对齐位置 …… 137
4.3.4　三维镜像 …… 138
4.3.5　三维阵列 …… 139
4.3.6　三维实体的布尔运算 …… 140
4.3.7　对实体修倒角和圆角 …… 143
4.3.8　剖切实体 …… 145
4.3.9　加厚 …… 145
4.3.10　编辑实体面 …… 146
4.3.11　编辑实体边 …… 151
4.3.12　标注三维对象的尺寸 …… 153
4.3.13　设置三维对象的视觉样式 …… 153
4.3.14　渲染对象 …… 154
4.4　电气示例 …… 154
4.4.1　设计拉线开关座 …… 154
4.4.2　设计冲压接线片 …… 166
4.5　本章总结 …… 170
4.6　思考与练习 …… 170
第5章　打印和发布图形 …… 172
5.1　创建和管理布局 …… 173
5.1.1　模型空间与图纸空间 …… 173
5.1.2　在模型空间与图纸空间之间切换 …… 173
5.1.3　使用布局向导创建布局 …… 174
5.1.4　管理布局 …… 177
5.1.5　布局的页面设置 …… 177
5.2　浮动视口 …… 180
5.2.1　删除、新建和调整浮动视口 …… 180
5.2.2　相对图纸空间比例缩放视图 …… 180
5.2.3　在浮动视口中旋转视图 …… 180
5.2.4　创立特殊形状的浮动视口 …… 181
5.3　打印图形 …… 181
5.3.1　打印预览 …… 181
5.3.2　输出图形 …… 182
5.4　本章总结 …… 188
5.5　思考与练习 …… 188
第6章　电气工程图的基本知识 …… 189
6.1　电气工程图的种类及特点 …… 190
6.1.1　电气工程的分类 …… 190
6.1.2　电气工程图的种类 …… 190
6.1.3　电气工程图的一般特点 …… 192
6.2　电气工程CAD制图的规范 …… 194
6.3　电气图形符号的构成和分类 …… 197
6.3.1　电气图形符号的构成 …… 197
6.3.2　电气图形符号的分类 …… 198
6.4　电动机供电系统图 …… 199
6.5　设备元件表 …… 204
6.6　小车间电气平面图 …… 208
6.7　本章总结 …… 213
6.8　思考与练习 …… 213
第7章　基本电气符号的绘制 …… 215
7.1　绘制导线和连接器件 …… 216
7.2　绘制无源元件 …… 218
7.3　绘制半导体管和电子管 …… 220
7.4　电能的发生和转换 …… 226
7.5　本章总结 …… 229
7.6　思考与练习 …… 229
第8章　变电和输电工程图设计 …… 230
8.1　变电和输电工程概述 …… 231
8.2　10kV线路平面图 …… 231
8.3　10kV变电所系统图 …… 245
8.3.1　系统图 …… 245
8.3.2　电气主接线图 …… 247
8.4　低压配电系统图 …… 253
8.5　车间低压送电图 …… 273
8.6　本章总结 …… 284
8.7　思考与练习 …… 284
第9章　电路图设计 …… 286
9.1　电路图基础 …… 287
9.1.1　概述 …… 287

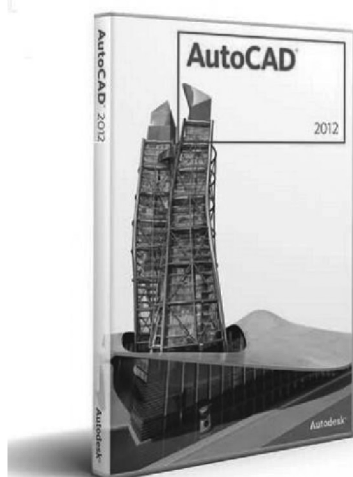
9.1.2 电子电路分类 …… 287
9.2 单片机采样线路图 …… 288
9.3 简易录音机电路图 …… 293
9.4 本章总结 …… 302
9.5 思考与练习 …… 302
第 10 章 控制电气设计 …… 304
10.1 控制电气简介 …… 305
10.2 液位自动控制器电路原理图设计 …… 305
10.3 两自由度工作台控制系统设计 …… 313
10.3.1 两自由度工作台控制系统图设计 …… 314
10.3.2 低压电气设计 …… 320
10.3.3 主控系统设计 …… 327
10.3.4 SINUMERIK820 控制系统硬件结构图设计过程 …… 333
10.4 本章总结 …… 339
10.5 思考与练习 …… 339
第 11 章 机械电气设计 …… 341
11.1 机械电气概述 …… 342
11.1.1 机床电力拖动系统 …… 342
11.1.2 电气控制系统 …… 343
11.2 机械电气基本符号的绘制 …… 345
11.2.1 自动追踪功能的应用 …… 345
11.2.2 电气基本符号的绘制 …… 354
11.2.3 图块功能的应用 …… 359
11.3 三相交流异步电动机控制电气设计 …… 361
11.3.1 供电简图设计 …… 362
11.3.2 三相交流异步电动机供电系统图设计 …… 364
11.3.3 三相交流异步电动机控制电路图设计 …… 369
11.4 普通车床电气设计 …… 378
11.4.1 车床主回路的设计 …… 379
11.4.2 控制回路的设计 …… 385
11.4.3 照明指示回路的设计 …… 390
11.4.4 添加注释 …… 393
11.4.5 电路原理说明 …… 394
11.5 铣床电气设计 …… 395
11.5.1 主动回路设计 …… 395
11.5.2 控制回路设计 …… 398
11.5.3 照明指示回路设计 …… 402
11.5.4 添加文字说明 …… 402
11.5.5 电路原理说明 …… 403
11.6 本章总结 …… 404
11.7 思考与练习 …… 404
第 12 章 建筑电气设计 …… 406
12.1 建筑电气工程制图基本知识和绘图规范 …… 407
12.1.1 概述 …… 407
12.1.2 建筑电气工程项目的分类 …… 407
12.1.3 建筑电气工程图的基本规定 …… 408
12.1.4 建筑电气工程图的特点 …… 408
12.1.5 建筑电气绘图规范 …… 408
12.2 建筑配电平面图设计实例 …… 409
12.2.1 建筑平面图绘制 …… 409
12.2.2 强电布置图的绘制 …… 424
12.2.3 弱电布置图的绘制 …… 431
12.3 建筑电气系统图的绘制 …… 439
12.3.1 总配电箱系统图绘制 …… 439
12.3.2 弱电电气系统图绘制 …… 441
12.4 本章总结 …… 443
12.5 思考与练习 …… 443
附录 …… 445
附录 A 常用电气元件文字符号 …… 445
附录 B 常用电气图形符号的表示 …… 447
参考文献 …… 453

第 1 章　AutoCAD 2012 入门基础

学习目标



了解 AutoCAD 2012 操作界面；
了解 AutoCAD 2012 的新特性；
掌握 AutoCAD 2012 基本操作；
熟悉 AutoCAD 2012 图层设置。



AutoCAD 是由美国 Autodesk 公司开发的通用计算机辅助绘图与设计软件包，具有易于掌握、使用方便、体系结构开放等特点，深受广大工程技术人员的欢迎。



AutoCAD 自 1982 年问世以来，已经进行了近 20 次的升级，从而使其功能逐渐强大，且日趋完善。如今，AutoCAD 已广泛应用于机械、建筑、电子、航天、造船、石油化工、土木工程、冶金、农业、气象、纺织、轻工业等领域。在我国，AutoCAD 已成为工程设计领域中应用最为广泛的计算机辅助设计软件之一。

1.1 安装 AutoCAD 2012 的软硬件要求

要安装 AutoCAD 2012，计算机的硬件和软件环境必须达到一定的要求。只有在符合这些要求的计算机中使用 AutoCAD 2012 软件，才能达到较好的性能。

下面分别介绍硬件环境要求和软件环境要求。

1.1.1 硬件环境要求

1）中央处理器：

① Windows XP 操作系统，Intel® Pentium® 4 或 AMD Athlon™ 双核，1.6GHz 或更高，采用 SSE2 技术。

② Windows Vista 或 Windows 7 操作系统，Intel Pentium 4 或 AMD Athlon 双核，3.0GHz 或更高，采用 SSE2 技术。

2）内存：2GB RAM（建议使用 4GB）。

3）硬盘：安装大小为 2.0GB。

4）视频：1024×768 真彩色。

5）光盘驱动器：从 DVD 下载并安装。

6）定点设备：MS-Mouse 兼容。

7）浏览器：Internet Explorer® 7.0 或更高版本。

8）.NET Framework：.NET Framework 版本 4.0。

9）可选硬件：Open GL®兼容三维视频卡、打印机或绘图仪、数字化仪、调制解调器或其他访问 Internet 连接的设备、网络接口卡。

1.1.2 软件环境要求

安装 AutoCAD 时，将自动检测 Windows 操作系统是 32 位版本还是 64 位版本，进而安装适当的 AutoCAD 版本。不能在 64 位版本的 Windows 上安装 32 位版本的 AutoCAD。

1. 操作系统（32 位）

以下操作系统的 Service Pack 3（SP3）或更高版本：

1）Microsoft® Windows® XP Professional；

2）Microsoft® Windows® XP Home。

以下操作系统的 Service Pack 2（SP2）或更高版本：

1）Microsoft Windows Vista® Enterprise；

2）Microsoft Windows Vista Business；

3）Microsoft Windows Vista Ultimate；

4）Microsoft Windows Vista Home Premium。

以下操作系统：

1）Microsoft Windows 7 Enterprise；

2）Microsoft Windows 7 Ultimate；

3）Microsoft Windows 7 Professional；



4）Microsoft Windows 7 Home Premium。

2. 操作系统（64 位）

以下操作系统的 Service Pack 2（SP2）或更高版本：Microsoft® Windows® XP Professional。

以下操作系统的 Service Pack 2（SP2）或更高版本：

1）Microsoft Windows Vista® Enterprise；

2）Microsoft Windows Vista Business；

3）Microsoft Windows Vista Ultimate；

4）Microsoft Windows Vista Home Premium。

以下操作系统：

1）Microsoft Windows 7 Enterprise；

2）Microsoft Windows 7 Ultimate；

3）Microsoft Windows 7 Professional；

4）Microsoft Windows 7 Home Premium。

建议在用户界面语言与 AutoCAD 语言的代码页匹配的操作系统上安装非英文版本的 AutoCAD。代码页为不同语言的字符集提供支持。

1.1.3　三维建模的其他需求

1）Intel Pentium 4 处理器或 AMD Athlon，3.0GHz 或更高；或者 Intel 或 AMD 双核处理器，2.0GHz 或更高。

2）2GB RAM（或更大）。

3）2GB 可用硬盘空间（不包括安装需要的空间）。

4）1280×1024 真彩色视频显示适配器 128MB（建议：普通图像为 256MB，中等图像材质库图像为 512MB），Pixel Shader 3.0 或更高版本，支持 Direct3D®功能的工作站级图形卡。

1.1.4　安装 AutoCAD

AutoCAD 2012 软件以光盘形式提供，光盘中有名为 SETUP.EXE 的安装文件。用户必须有管理权限才能安装 AutoCAD。

安装 AutoCAD 需要使用 DVD 或 CD。放入 AutoCAD 2012 DVD 或 CD 启动安装过程，执行 SETUP.EXE 文件，根据弹出的窗口选择、操作即可。按照提示完成安装。



操作步骤

1）输入安装序列号。

2）输入密匙。

3）完成安装，重启 AutoCAD。



您成功地安装了 AutoCAD，现在可以注册产品，然后开始使用此程序。要注册产品，请启动 AutoCAD 并按照屏幕上的说明进行操作。

4）单击激活按钮之前有 2 个选择：

① 禁用网络或拔掉网线；

② 单击激活后它会告诉您，您的序列号是错误的，这时单击上一步等一会再单击激活即可。

5）选择了 a 或 b 后看下一步。

6）在激活界面中选择“我拥有一个 Autodesk 激活码”，并输入激活码。

1.1.5 启动 AutoCAD

全部安装完成之后，可以通过下列方式启动 AutoCAD 2012：

1）“桌面快捷方式”图标：安装 AutoCAD 时，将在桌面上放置一个 AutoCAD 2012 快捷方式图标（除非用户在安装过程中清除了该选项）。双击 AutoCAD 2012 图标可启动 AutoCAD 2012。

2）“开始”菜单：在“开始”菜单（Windows）上，依次单击“所有程序”（或“程序”）“Autodesk”→“AutoCAD 2012-Simplified Chinese”→“AutoCAD 2012”。

3）AutoCAD 的安装位置：如果用户具有管理权限，则可以从 AutoCAD 的安装位置运行该程序。如果是有限权限用户，必须从“开始”菜单或桌面快捷方式图标运行 AutoCAD。如果希望创建自定义快捷方式，请确保快捷方式的“起始位置”目录指向用户具有写权限的目录。

1.2 操作界面

安装结束后重新启动计算机，双击桌面上的“AutoCAD 2012”快捷方式图标即可启动 AutoCAD 2012。AutoCAD 2012 的操作窗口是一个标准的 Windows 应用程序窗口，选择“AutoCAD 2012 经典”工作空间后，将出现如图 1-1 所示的经典工作界面。AutoCAD 2012 的经典工作界面由标题栏、菜单栏、各种工具栏、绘图窗口、光标、命令行窗口、状态栏、坐标系图标、模型/布局选项卡和菜单浏览器等组成。

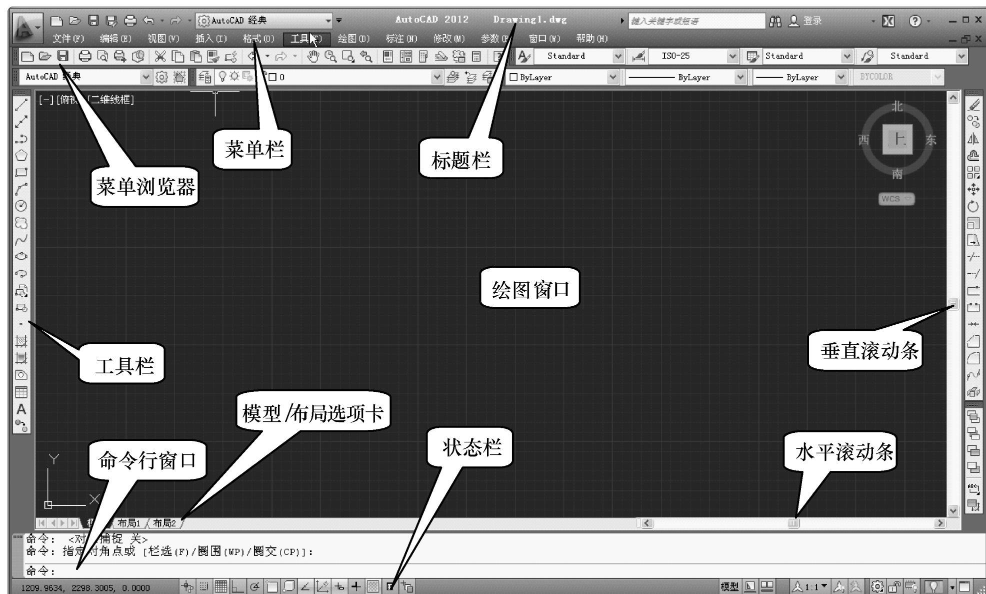


图 1-1 AutoCAD 2012 操作界面



1.2.1　标题栏

在窗口的顶部是标题栏，其中显示了软件的名称（AutoCAD 2012），紧接着的是当前打开的文件名。在用户第一次启动 AutoCAD 2012 时，绘图窗口的标题栏中将显示 AutoCAD 2012 在启动时创建并打开的图形文件的名字“Drawing1. dwg”。单击标题栏右端的按钮，可以最小化、最大化或关闭应用程序窗口。标题栏最左边是应用程序的小图标，单击它将会弹出一个 AutoCAD 窗口控制下拉菜单，可以执行最小化或最大化窗口、移动窗口、关闭 AutoCAD 等操作。

1.2.2　工具栏

工具栏是应用程序调用命令的另一种方式，它包含许多由图标表示的命令按钮。在 AutoCAD 2012 中，系统共提供了 20 多个已命名的工具栏。如图 1-2 所示为“标准”工具栏。

AutoCAD 2012 提供了 40 多个工具栏，每一个工具栏上均有一些形象化的按钮。单击某一按钮，可以启动 AutoCAD 的对应命令。

用户可以根据需要打开或关闭任意一个工具栏，方法是：在已有工具栏上用鼠标右键单击，AutoCAD 弹出工具栏快捷菜单，通过其可实现工具栏的打开与关闭。此外，通过选择与下拉菜单“工具”|“工具栏”|“AutoCAD”对应的子菜单命令，也可以打开 AutoCAD 的各个工具栏。



图 1-2　“标准”工具栏

如果要显示当前隐藏的工具栏，则可在任意工具栏上用鼠标右键单击，此时将弹出一个快捷菜单，如图 1-3 所示，通过选择命令可以显示或关闭相应的工具栏。

☞ 工具栏可以为浮动的或固定的。浮动工具栏定位在绘图区域的任意位置，可以将浮动工具栏拖至新位置调整其大小或将其固定。固定工具栏附着在绘图区域的任意边上，可以通过将固定工具栏拖到新的固定位置来移动它。

1.2.3　菜单栏

菜单栏是主菜单，可利用其执行 AutoCAD 的大部分命令。单击菜单栏中的某一项，会弹出相应的下拉菜单。图 1-4 所示为“视图”下拉菜单，下拉菜单中，右侧有小三角的菜单项，表示它还有子菜单。对于“缩放”子菜单；右侧有三个小点的菜单项，表示单击该菜单项后要显示出一个对话框；右侧没有内容的菜单项，单击它后会执行对应的 AutoCAD 命令。

1.2.4　状态栏

状态栏用于显示或设置当前的绘图状态。状态栏上位于左侧的一组数字反映当前光标的

坐标，其余按钮从左到右分别表示当前是否启用了捕捉模式、栅格显示、正交模式、极轴追踪、对象捕捉、对象捕捉追踪、动态 UCS、动态输入等功能以及是否显示线宽、当前的绘图空间等信息。

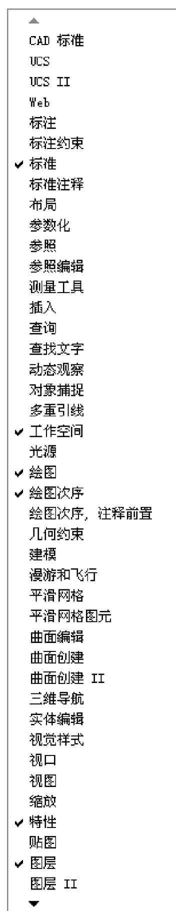


图 1-3　工具栏光标菜单



图 1-4　工具栏光标菜单

1.2.5　绘图窗口

在 AutoCAD 中，绘图窗口是用户绘图的工作区域，所有的绘图结果都反映在这个窗口中。可以根据需要关闭其周围和里面的各个工具栏，以增大绘图空间。如果图样比较大，需要查看未显示部分时，可以单击窗口右边与下边滚动条上的箭头，或拖动滚动条上的滑块来移动图样。

在绘图窗口中除了显示当前的绘图结果外，还显示了当前使用的坐标系类型以及坐标原点、*X* 轴、*Y* 轴、*Z* 轴的方向等。默认情况下，坐标系为世界坐标系（WCS）。

绘图窗口的下方有“模型”和“布局”选项卡，单击其标签可以在模型空间与图样空间之间来回切换。



1.2.6　命令行窗口

命令行窗口位于绘图窗口的下面，用于接收输入的命令，并显示 AutoCAD 提示信息。在 AutoCAD 2012 中，命令行窗口可以拖放为浮动窗口。

“AutoCAD 文本窗口”是记录 AutoCAD 命令的窗口，是放大的“命令行”窗口，它记录了已执行的命令，也可以用来输入新命令。在 AutoCAD 2012 中，可以选择“视图”/“显示”/“文本窗口”命令、执行 TEXTSCR 命令或按 F2 键来打开 AutoCAD 文本窗口，如图 1-5 所示，它记录了对文档进行的所有操作。

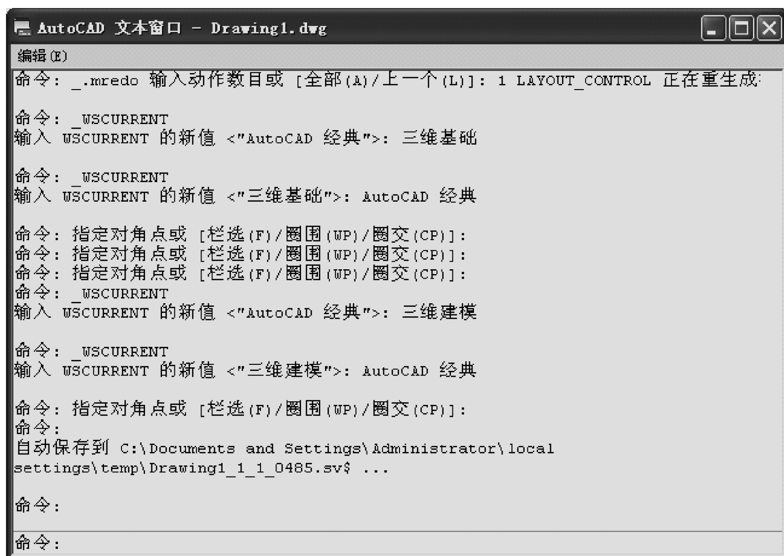


图 1-5　AutoCAD 文本窗口

1.2.7　模型/布局选项卡

模型/布局选项卡用于实现模型空间与图样空间的切换。

1.2.8　滚动条

在窗口的右边及下边都有滚动条，用户可以通过拖动滚动条上的滑块或单击两端的箭头来使图形在绘图窗口中按水平或垂直两个方向滚动显示。

1.2.9　菜单浏览器

单击菜单浏览器，AutoCAD 会将浏览器展开，如图 1-6 所示。用户可通过菜单浏览器执行相应的操作。



图 1-6　菜单浏览器

1.3　AutoCAD 2012 的新特性

借助世界领先的二维和三维设计软件之一——AutoCAD 软件中强大、灵活的功能，实现卓越的设计和造型。一直以来，Autodesk 一直在坚持不懈地帮助客户提高设计流程效率。AutoCAD 提供了可靠的三维自由形状设计工具以及强大的绘图和文档制作功能，在全球拥有数百万用户，AutoCAD 2012 新功能简介如下：

1. 设计各种形状

AutoCAD 能够帮助您加速文档编制，更精确地共享设计方案，更直观地在三维环境中探索设计构想。它为您提供了卓越的性能和灵活性，并能根据您的特定需求进行定制。

Autodesk 始终致力于帮助客户提高设计流程效率。AutoCAD 是业界领先的设计和文档编制软件解决方案之一，当今世界上使用该软件的人数多达数百万。从强大的三维自由形状设计工具到绘图和文档编制功能，AutoCAD 仍将继续领导和推动设计创新。

2. 加速文档编制

借助 AutoCAD 中强大的文档编制工具，您可以加速项目从概念到完成的过程。自动化、管理和编辑工具能够最大限度地减少重复性工作，提升您的工作效率。无论项目规模和范围如何，AutoCAD 都能够帮助您轻松应对挑战。AutoCAD 中种类丰富的工具集可以帮助您在任何一个行业的绘图和文档编制流程中提高效率。

1）参数化绘图——定义对象间的关系。有了参数化绘图工具，设计修订变得轻而易举。

2）图样集——有效整理和管理您的图样。

3）动态块——使用标准的重复组件，显著节约时间。



4）标注比例——节约用于确定和调整标注比例的时间。

5）追求卓越，永不满足——依靠 AutoCAD 中的绘图和文档编制工具超越客户期望。

3. 图样集

组织安排图样不再是一件令人头疼的事情。AutoCAD 图样集管理器能够组织安排图样，简化发布流程，自动创建布局视图，将图样集信息与主题图块和打印戳记相关联，并跨图样集执行任务，因此所有功能使用起来都非常方便。

4. 注释比例

在跨多个图层创建和管理多个项目时花费的时间更少。借助 AutoCAD 注释比例工具，您可以创建一个注释对象，该对象能够自动重新调整大小，以反映当前视窗和模型空间比例。

5. 文本编辑

现在，您可以轻松地处理文本，在输入文字时您可以对其进行查看、调整大小和定位。您可以根据自己的需求使用熟悉的 AutoCAD 工具调整文本的外观，使文本格式更加专业。这些 AutoCAD 工具在文本编辑应用中比较常见，包括段落和分栏工具。

6. 参数化绘图

AutoCAD 参数化绘图功能可以帮助您缩短大量设计修改时间。通过在对象之间定义持久关系，平行线与同心圆将分别自动保持平行和居中。参数化绘图工具能够帮助您节省时间。

7. 动态块

动态块可以帮助您节约时间，轻松实现工程图的标准化。借助 AutoCAD 动态块，您不必再重新绘制重复的标准组件，并可减少设计流程中庞大的块库。AutoCAD 动态块支持对单个图块图形进行编辑，并且您不必总是因形状和尺寸发生变化而定义新图块。

8. 高效的用户界面

同时处理多个文件不再是一件令人痛苦的事情。AutoCAD“快速视图”功能不仅支持文件名还支持缩略图，因此您可以更快地找到并打开正确的工程图文件和布局图。在菜单浏览器界面中，您还可以快速浏览文件，检查缩略图，并查看关于文件尺寸和创建者的详细信息。

9. 自由形状设计

您几乎可以设计各种造型。

10. 体验无缝沟通

借助 AutoCAD，您可以安全、高效、精确地共享关键设计数据，您可以体验本地 DWG™格式支持带来的强大优势。DWG™是业界使用最广泛的设计数据格式之一，您可以通过它让所有人员随时了解您的最新设计决策。借助支持演示的图形、渲染工具和强大的绘图和三维打印功能，您的设计将会更加出色。AutoCAD 能够为您带来最佳沟通体验。

1）原始 DWG 支持——支持原始格式，而非转换或编译。

2）PDF 导入/导出——轻松共享和重复使用设计。

3）DWF 支持——毫不费力地收集关于设计的详细反馈。

4）照片级真实感渲染效果——创建丰富多彩、令人心动的出色图像。

5）三维打印——在线连接服务提供商。

11. PDF 集成

软件支持您更加轻松地共享和重复使用设计，这要归功于软件在简化沟通方面进行的大量升级。直接从 AutoCAD 工程图发布 PDF 文件，并将其作为底图进行附着和捕捉。将 PDF 文件作为底图导入工程图。

12. DWG

让您保存和分享文件时更有信心。来自 Autodesk 公司的 DWG 技术能够让您可靠、精确地存储设计数据，并且几乎可以与业内所有人士进行分享。而且，您完全不必担心数据的完整性和可靠性。

13. Autodesk Impression 3

为您的设计演示增加手绘效果，显著提高设计演示质量。Autodesk&reg；Impression 软件支持您直接使用 DWG 和 DWF™文件创建出众的演示图形。

14. 照片级真实感的图像渲染

借助最新的渲染技术，您可以在更短的时间内创建出出色的模型。滑动控制功能可以以图形方式权衡时间与渲染质量。

15. 探索设计构想

AutoCAD 与一张白色的画布极为相似。它们都能够让您创建之前难以想象的设计。并且，AutoCAD 能够让您灵活地以二维和三维方式探索设计构想，并且还提供了直观的工具帮助您实现创意。摆在您面前的是一张白色的画布——您打算在上面设计什么？

1）三维自由形状设计——使用曲面、网格和实体建模工具自由探索并改进您的创意。

2）强大的可视化工具——让您的设计更具影响力。

3）三维导航工具——在模型中漫游或飞行。

4）点云支持——将三维激光扫描图导入 AutoCAD，加快改造和重建项目的进展。

5）这个世界就是您的画布，您将如何挥洒自己的创意？

16. 自由形状设计

您几乎可以设计各种造型。只需推/拉面、边和顶点，即可创建各种复杂形状的模型，添加平滑曲面等。

17. 可视化

以更为逼真的方式实现设计创意的可视化。您可以从 300 多种材质中任意选择，应用光度计功能，并对显示加以控制，从而实现更精确的照片般真实感的渲染图。

18. 三维导航

单击按钮，即可实现模型漫游或飞行。借助 Autodesk&reg；ViewCube&reg；导航工具快速旋转和定位任何实体或曲面模型，或者使用 Autodesk&reg；SteeringWheels&reg；工具平移、居中和缩放任何对象。

19. 以前所未有的方式进行定制

您的工作极为独特，您所用的软件也应如此，根据您的独特需求定制 AutoCAD 轻而易举。您可以配置设置，扩展软件，构建定制工作流程，开发个人专用应用或者使用已构建好的应用。有了 AutoCAD，您不会再在灵活性和强大功能之间处于两难境地，您可以同时拥有这两大优势。

现在，您可以无比轻松地根据自己的独特需求定制 AutoCAD。无论是按照自己的工作习



惯排列工具，还是按照您所在行业的要求定制软件，AutoCAD 都能够灵活地满足您的需求，而且非常完美。

1）可定制的用户界面——将所需工具放在触手可及的地方。

2）编程接口——创建定制的设计和绘图应用程序。

3）合作伙伴产品和服务——扩展 AutoCAD 软件的功能，满足您的需求。

4）灵活性和强大功能往往无法兼得，但 AutoCAD 却能让您同时拥有这两种优势。

5）加快改造项目进展——通过支持点云，AutoCAD 将帮助您更轻松地完成改造项目。

6）三维打印支持——现在，您不仅仅能够实现设计的可视化，还能将其变为现实。

20. 编程接口

充分利用我们灵活的开发平台，大幅提高工作效率。通过直接访问数据库结构、图形处理系统和本地命令定义，您可以根据自己的需求定制设计和绘图应用。

21. 动作录制器

用户无需 CAD 经理的帮助，就可自动处理重复性的任务，从而节省时间，提高工作效率。现在，您可以录制正在执行的任务，添加文本信息和输入请求，然后快速选择并回放录制的宏。

22. Autodesk 公司合作伙伴产品和服务

充分利用 Autodesk 公司全球数千软件合作伙伴的优势。这些合作伙伴拥有广泛的全面集成的互操作解决方案，以及能够进一步增强各行业设计人员的软件。

1.4　AutoCAD 2012 的基本操作

1.4.1　文件操作

在 AutoCAD 中，图形文件管理一般包括创建新文件、打开已有的图形文件、保存文件、加密文件及关闭图形文件等。

1. 创建新图形文件

选择“文件”/“新建”命令（NEW），或在“标准”工具栏中单击“新建”按钮，可以创建新图形文件，此时将打开“选择样板”对话框，如图 1-7 所示。

在“选择样板”对话框中，可以在“名称”列表框中选中某一样板文件，这时在其右面的“预览”框中将显示出该样板的预览图像。单击“打开”按钮，可以以选中的样板文件为样板创建新图形。

2. 打开图形文件

选择“文件”/“打开”命令（OPEN），或在“标准”工具栏中单击“打开”按钮，可以打开已有的图形文件，此时将打开“选择文件”对话框，如图 1-8 所示。

选择需要打开的图形文件，在右面的“预览”框中将显示出该图形的预览图像。默认情况下，打开的图形文件的扩展名为 .dwg。

在 AutoCAD 中，可以以“打开”、“以只读方式打开”、“局部打开”和“以只读方式局部打开”4 种方式打开图形文件。当以“打开”、“局部打开”方式打开图形时，可以对打开的图形进行编辑，如果以“以只读方式打开”、“以只读方式局部打开”方式打开图形时，

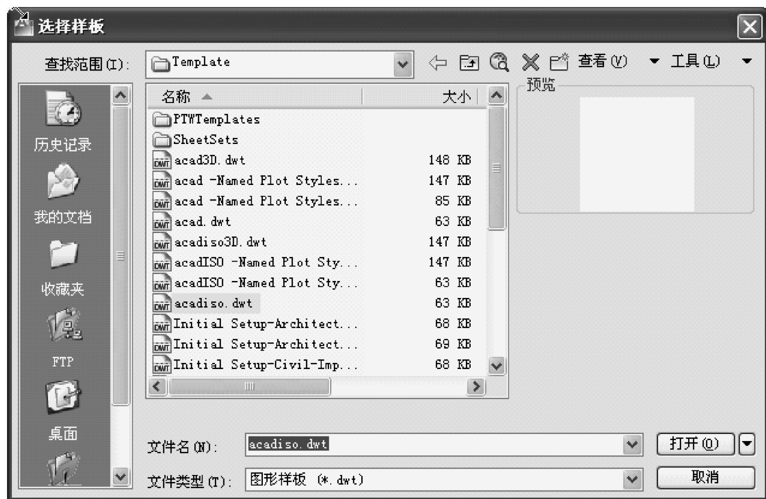


图 1-7 “选择样板”对话框



图 1-8 “选择文件”对话框

则无法对打开的图形进行编辑。如果选择以“局部打开”、“以只读方式局部打开”打开图形，这时将打开“局部打开”对话框。

3. 保存图形文件

在 AutoCAD 中，可以使用多种方式将所绘图形以文件形式存入磁盘。例如，可以选择“文件”/“保存”命令（SAVE），或在“标准注释”工具栏中单击“保存”按钮，以当前使用的文件名保存图形；也可以选择“文件”/“另存为”命令（SAVEAS），将当前图形以新的名称保存，如图 1-9 所示。

在第一次保存创建的图形时，系统将打开“图形另存为”对话框。默认情况下，文件以“AutoCAD 2007 图形（＊.dwg）”格式保存，也可以在“文件类型”下拉列表框中选择其他格式，如 AutoCAD 2010/LT2010 图形（＊.dwg）、AutoCAD 图形标准（＊.dws）等格式。





图 1-9　“图形另存为”对话框

4. 加密保护图形文件

编辑超级链接选择“文件”/“保存”或“文件”/“另存为”命令时，将打开“图形另存为”对话框。在该对话框中选择“工具”/“安全选项”命令，此时将打开“安全选项”对话框，如图 1-10 所示。在“安全选项”对话框的“密码”选项卡中，输入密码。

如果向图形添加密码并保存该图形，则图形将被加密。除非输入密码，否则将无法重新打开该图形。

可以在修改文件或保存文件时向文件附加密码。必须为每个需要加密的图形分别附加密码。

☞ 密码可以是一个单词，也可以是一个短语。建议使用常用字符。使用的字符越多，未经授权的程序或“密码破解程序”就越难破解密码；如果忘记了密码，图形文件将无法使用。在向图形添加密码之前，应该创建一个不带密码保护的备份。



图 1-10　“安全选项”对话框

5. 关闭图形文件

选择“文件”/“关闭”命令（CLOSE），或在绘图窗口中单击“关闭”按钮，会出现如图 1-11 所示的系统警告对话框，可以关闭当前图形文件。

如果当前图形没有存盘，则系统将弹出 AutoCAD 提示对话框，询问是否保存文件。此时，单击“是（Y）”按钮或直接按 Enter 键，可以保存当前图形文件并将其关闭；单击“否（N）”按钮，可以关闭当前图形文件但不存盘；单击“取消”按钮，取消关闭当前图形文件操作，既不保存也不关闭。



图 1-11　系统警告对话框

如果当前所编辑的图形文件没有命名，那么单击“是（Y）”按钮后，AutoCAD 会打开“图形另存为”对话框，要求用户确定图形文件存放的位置和名称。

1.4.2　坐标系介绍

在绘图过程中要精确定位某个对象时，必须以某个坐标系作为参照，以便精确拾取点的位置。通过 AutoCAD 的坐标系可以提供精确绘制图形的方法，可以按照非常高的准确度标准，准确地设计并绘制图形。

1. 认识世界坐标系与用户坐标系

坐标（x，y）是表示点的最基本方法。在 AutoCAD 中，坐标系分为世界坐标系（WCS）和用户坐标系（UCS）。两种坐标系下都可以通过坐标（x，y）来精确定位点。

默认情况下，在开始绘制新图形时，当前坐标系为世界坐标系，即 WCS，它包括 X 轴和 Y 轴（如果在三维空间工作，还有一个 Z 轴）。WCS 坐标轴的交汇处显示“口”形标记，但坐标原点并不在坐标系的交汇点，而位于图形窗口的左下角，所有的位移都是相对于原点计算的，并且沿 X 轴正向及 Y 轴正向的位移规定为正方向。

在 AutoCAD 中，为了能够更好地辅助绘图，经常需要修改坐标系的原点和方向，这时世界坐标系将变为用户坐标系，即 UCS。UCS 的原点以及 X 轴、Y 轴、Z 轴方向都可以移动及旋转，甚至可以依赖于图形中某个特定的对象。尽管用户坐标系中 3 个轴之间仍然互相垂直，但是在方向及位置上却都更灵活。另外，UCS 没有“口”形标记。

2. 坐标的表示方法

在 AutoCAD 2012 中，点的坐标可以使用绝对直角坐标、绝对极坐标、相对直角坐标和相对极坐标 4 种方法表示，它们的特点如下：

1）绝对直角坐标：从点（0，0）或（0，0，0）出发的位移，可以使用分数、小数或科学计数等形式表示点的 X 轴、Y 轴、Z 轴坐标值，坐标间用逗号隔开，例如点（8.3，5.8）和（3.0，5.2，8.8）等。

2）绝对极坐标：从点（0，0）或（0，0，0）出发的位移，但给定的是距离和角度，其中距离和角度用“ < ”分开，且规定 X 轴正向为 0°，Y 轴正向为 90°，例如点（4.27 < 60）、（34 < 30）等。

3）相对直角坐标和相对极坐标：相对坐标是指相对于某一点的 X 轴和 Y 轴位移或距离和角



度。它的表示方法是在绝对坐标表达方式前加上“@”号，如（@-13，8）和（@11<24）。其中，相对极坐标中的角度是新点和上一点连线与 X 轴的夹角。

3. 控制坐标的显示

在绘图窗口中移动光标的十字指针时，状态栏上将动态地显示当前指针的坐标。坐标显示取决于所选择的模式和程序中运行的命令，共有 3 种方式：

1）模式 0“关”：显示上一个拾取点的绝对坐标。此时，指针坐标将不能动态更新，只有在拾取一个新点时，显示才会更新。但是，从键盘输入一个新点坐标时，不会改变该显示方式。

2）模式 1“绝对”：显示光标的绝对坐标。该值是动态更新的，默认情况下，显示方式是打开的。

3）模式 2“相对”：显示一个相对极坐标，当选择该方式时，如果当前处在拾取点状态，则系统将显示光标所在位置相对于上一个点的距离和角度。当离开拾取点状态时，系统将恢复到模式 1。

4. 创建坐标系

在 AutoCAD 中，选择“工具”/“新建 UCS”命令，利用它的子命令可以方便地创建 UCS，包括世界和对象等。

5. 使用正交用户坐标系

选择“工具”/“命名 UCS”命令，打开 UCS 对话框，如图 1-12 所示。在其中的“正交 UCS”选项卡中可以从“当前 UCS”列表中选择需要使用的正交坐标系，如俯视、仰视、左视、右视、前视和后视等。

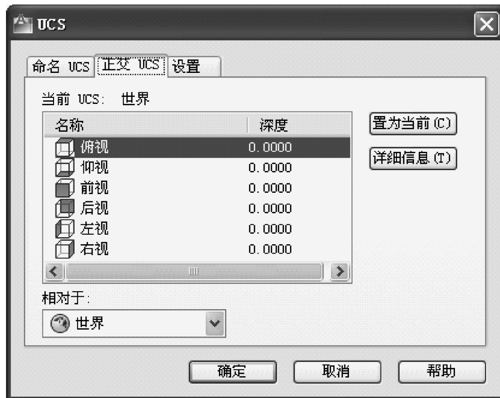


图 1-12　“正交 UCS”选项卡

6. 命名用户坐标系

选择“工具”/“命名 UCS”命令，打开 UCS 对话框。单击“命名 UCS”选项卡会列出已命名的用户坐标系，如图 1-13 所示，在“当前 UCS”列表中选中某个 UCS，然后单击“置为当前”按钮，可将其置为当前坐标系。也可以单击“详细信息”按钮，在“UCS 详细信息”对话框中查看坐标系的详细信息，如图 1-14 所示。

7. 设置 UCS 的其他选项

在 AutoCAD 2012 中，可以通过选择“视图”/“显示”/“UCS 图标”子菜单中的命令，控制坐标系图标的可见性及显示方式。

1）“开”命令：选择该命令可以在当前视窗中打开 UCS 图符显示；取消该命令则可在当前视窗中关闭 UCS 图符显示。

2）“原点”命令：选择该命令可以在当前坐标系的原点处显示 UCS 图符；取消该命令则可以在视窗的左下角显示 UCS 图符，而不考虑当前坐标系的原点。

3）“特性”命令：选择该命令可打开“UCS 图标”对话框，可以设置 UCS 图标样式、大小、颜色及布局选项卡中的图标颜色。



图 1-13 “命名 UCS”选项卡

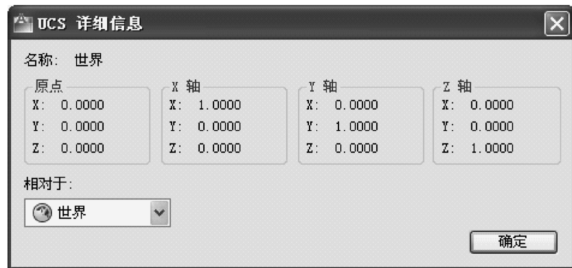


图 1-14 “UCS 详细信息”对话框

 在 AutoCAD 2012 中，还可以使用 UCS 对话框中的“设置”选项卡控制 UCS 图符的显示或指定当前视窗的 UCS 设置。

1.4.3 使用帮助

AutoCAD 2012 提供了强大的帮助功能，用户在绘图或开发过程中可以随时通过该功能得到相应的帮助。图 1-15 为 AutoCAD 2012 的“帮助”菜单。

选择“帮助”菜单中的“帮助”命令，AutoCAD 弹出“帮助”菜单，如图 1-15 所示。用户可以通过此窗口得到相关的帮助信息，或浏览 AutoCAD 2012 的全部命令与系统变量等。



图 1-15 AutoCAD 2012“帮助”菜单

选择“帮助”菜单中的“新功能专题研习”命令，AutoCAD 会打开“新功能专题研习”窗口。通过该窗口用户可以详细了解 AutoCAD 2012 的新增功能。

在 AutoCAD 2012 中，用户可以利用如下方式启动如图 1-16 所示的 AutoCAD 2012“帮助”窗口：

1）菜单栏：在“帮助”菜单上单击 AutoCAD“帮助”子菜单；

2）工具栏：在“标准”工具栏上单击“帮助”按钮[?]；

3）命令行：Help 或“?”；

4）快捷键：按 F1 键。

我们可以利用该对话框来获得有关 AutoCAD 2012 的具体帮助信息。





图 1-16　AutoCAD 2012 “帮助” 窗口

1.5　规划和管理图层

图层是 AutoCAD 提供的一个管理图形对象的工具，用户可以根据图层对图形几何对象、文字、标注等进行归类处理，使用图层来管理它们，不仅能使图形的各种信息清晰、有序、便于观察，而且也会给图形的编辑、修改和输出带来很大的方便。

在 AutoCAD 2012 中，所有图形对象都具有图层、颜色、线型和线宽 4 个基本属性。可以使用不同的图层、颜色、线型和线宽绘制不同的对象元素，可以方便地控制对象的显示和编辑，提高绘制复杂图形的效率和准确性。

1.5.1　规划图层

1. 图层特性管理器

AutoCAD 提供了图层特性管理器，利用该工具用户可以很方便地创建图层以及设置其基本属性。选择“格式”/“图层” 命令，即可打开 “图层特性管理器” 对话框，如图 1-17 所示。

在 “过滤器树” 列表中显示了当前图形中所有使用的图层、组过滤器。在图层列表中，显示了图层的详细信息。

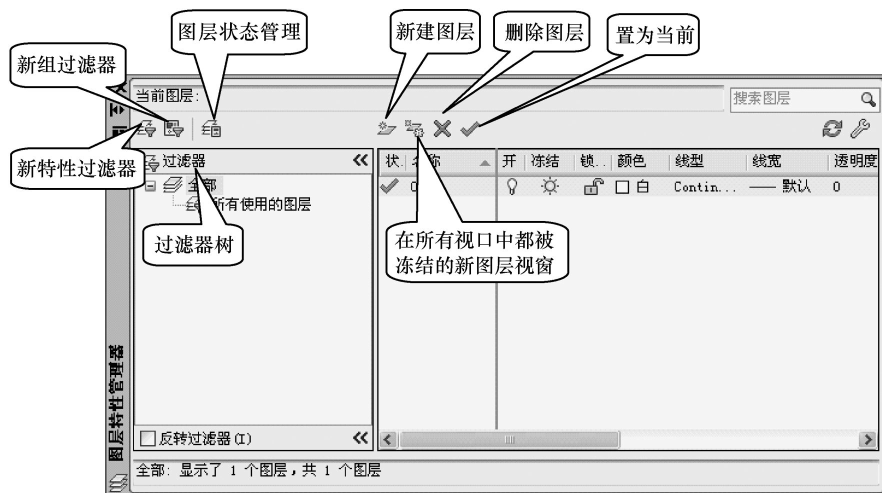


图 1-17 “图层特性管理器”对话框

2. 创建新图层

开始绘制新图形时，AutoCAD 将自动创建一个名为 0 的特殊图层。默认情况下，图层 0 将被指定使用 7 号颜色（白色或黑色，由背景色决定）、Continuous 线型、“默认”线宽及 normal 打印样式，用户不能删除或重命名该图层 0。在绘图过程中，如果用户要使用更多的图层来组织图形，就需要先创建新图层。

在“图层特性管理器”对话框中单击“新建图层”按钮，可以创建一个名称为“图层 1”的新图层。默认情况下，新建图层与当前图层的状态、颜色、线型、线宽等设置相同。

当创建了图层后，图层的名称将显示在图层列表框中，如果要更改图层名称，则单击该图层名，然后输入一个新的图层名并按 Enter 键即可。

3. 设置图层颜色

颜色在图形中具有非常重要的作用，可用来表示不同的组件、功能和区域。图层的颜色实际上是图层中图形对象的颜色。每个图层都拥有自己的颜色，对不同的图层可以设置相同的颜色，也可以设置不同的颜色，绘制复杂图形时就可以很容易区分图形的各部分。

新建图层后，要改变图层的颜色，可在“图层特性管理器”对话框中单击图层的“颜色”列对应的图标，打开“选择颜色”对话框，如图 1-18 所示。

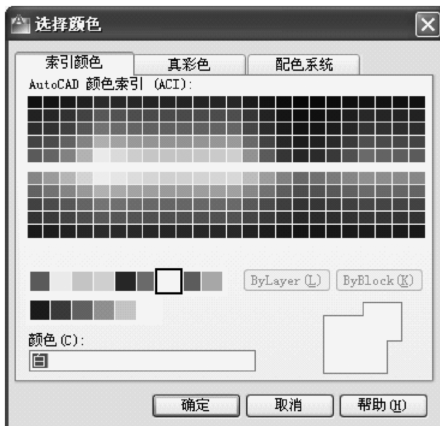


图 1-18 “选择颜色”对话框

4. 使用与管理线型

线型是指图形基本元素中线条的组成和显示方式，如虚线和实线等。在 AutoCAD 中既有简单线型，也有由一些特殊符号组成的复杂线型，以满足不同国家或行业标准的要求。



5. 设置图层线型

在绘制图形时要使用线型来区分图形元素，这就需要对线型进行设置。默认情况下，图层的线型为 Continuous。要改变线型，可在图层列表中单击“线型”列的 Continuous，打开“选择线型”对话框，如图 1-19 所示。在“已加载的线型”列表框中选择一种线型，然后单击“确定”按钮。

6. 加载线型

默认情况下，在“选择线型”对话框的“已加载的线型”列表框中只有 Continuous 一种线型，如果要使用其他线型，则必须将其添加到“已加载的线型”列表框中。可单击“加载”按钮打开“加载或重载线型”对话框，如图 1-20 所示。从当前线型库中选择需要加载的线型，然后单击“确定”按钮。



图 1-19　“选择线型”对话框



图 1-20　“加载或重载线型”对话框

7. 设置线型比例

选择“格式”/“线型”命令，打开“线型管理器”对话框，如图 1-21 所示。可设置图形中的线型比例，从而改变非连续线型的外观。



图 1-21　“线型管理器”对话框

8. 设置图层线宽

线宽设置就是改变线条的宽度。在 AutoCAD 中，使用不同宽度的线条表现对象的大小或类型，可以提高图形的表达能力和可读性。

要设置图层的线宽，可以在“图层特性管理器”对话框的“线宽”列中单击该图层对应的线宽“——默认”，打开“线宽”对话框，如图 1-22 所示。有 20 多种线宽可供选择。也可以选择“格式”/“线宽”命令，打开“线宽设置”对话框，如图 1-23 所示。通过调整线宽比例，使图形中的线宽显示得更宽或更窄。



图 1-22 “线宽”对话框



图 1-23 “线宽设置”对话框

 创建标题栏层、辅助线层、轮廓层、标注层等图层，如图 1-24 所示。



图 1-24 设置图层

 **操作步骤**

1）选择“格式”/“图层”命令，或单击“图层特性管理器”按钮，打开“图层特性管理器”对话框。

2）单击“新建图层”命令按钮，创建一个新图层，并在“名称”列对应的文本框



中输入“标题栏层”。

3）在“图层特性管理器”对话框中单击“颜色”列的图标，打开“选择颜色”对话框，在标准颜色区中单击“蓝色”，这时“颜色”文本框中将显示颜色的名称“蓝色”，然后单击“确定”按钮 确定 。

4）使用相同的方法，创建“辅助线层”，设置颜色为“洋红”，线型为 ACAD_IS004W100，线宽为“默认”；创建“标注层”，设置颜色为“蓝色”，线型为 Continuous，线宽为“默认”；创建“文字注释层”，设置颜色为“蓝色”，线型为 Continuous，线宽为“默认”；然后按同样的方法，创建其他图层，其中“轮廓层”和“图框层”的宽度为 0.3mm。

5）完成设置，单击“确定”按钮，关闭“图层特性管理器”对话框。

1.5.2　管理图层

在 AutoCAD 中，使用“图层特性管理器”对话框不仅可以创建图层，设置图层的颜色、线型和线宽，还可以对图层进行更多的设置与管理，如图层的切换、重命名、删除及图层的显示控制等。

1. 设置图层特性

使用图层绘制图形时，新对象的各种特性将默认为随层，由当前图层的默认设置决定。也可以单独设置对象的特性，新设置的特性将覆盖原来随层的特性。在“图层特性管理器”对话框中，每个图层都包含状态、名称、打开/关闭、冻结/解冻、锁定/解锁、线型、颜色、线宽和打印样式等特性。

2. 切换当前层

在“图层特性管理器”对话框的图层列表中，选择某一图层后，单击“当前图层”按钮，即可将该层设置为当前层。

在实际绘图时，为了便于操作，主要通过“图层”工具栏和“对象特性”工具栏来实现图层切换，这时只需选择要将其设置为当前层的图层名称即可。此外，“图层”工具栏和“对象特性”工具栏中的主要选项与“图层特性管理器”对话框中的内容相对应，因此也可以用来设置与管理图层特性。

3. 使用“图层过滤器特性”对话框过滤图层

在 AutoCAD 中，图层过滤功能大大简化了在图层方面的操作。图形中包含大量图层时，在“图层特性管理器”对话框中单击“新特性过滤器”按钮，可以使用打开的“图层过滤器特性”对话框来命名图层过滤器，如图 1-25 所示。

在“图层过滤器特性”对话框的“过滤器名称”文本框中可以输入过滤器名称，但过滤器名称中不允许使用 >、<、*、;、:、|、/、\、= 和? 等字符。在“过滤定义”列表中，可以设置过滤条件，包括图层名、状态和颜色等过滤条件。当指定过滤器的图层名称时，可以使用标准的? 和 * 等多种通配符，其中，* 用来代表任意多个字符，? 用来代表任意一个字符。例如，输入“D*”，则列表框中立刻显示所有以字母“D”开头的图层。

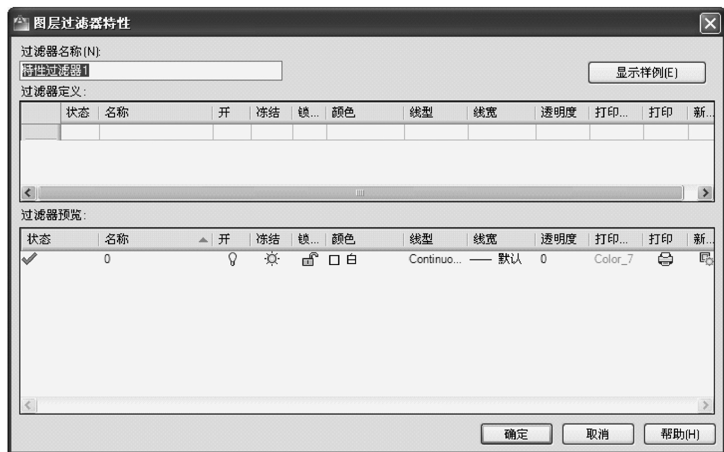


图 1-25 “图层过滤器特性”对话框

 对如图 1-26 所示所有图层创建及使用图层过滤器。

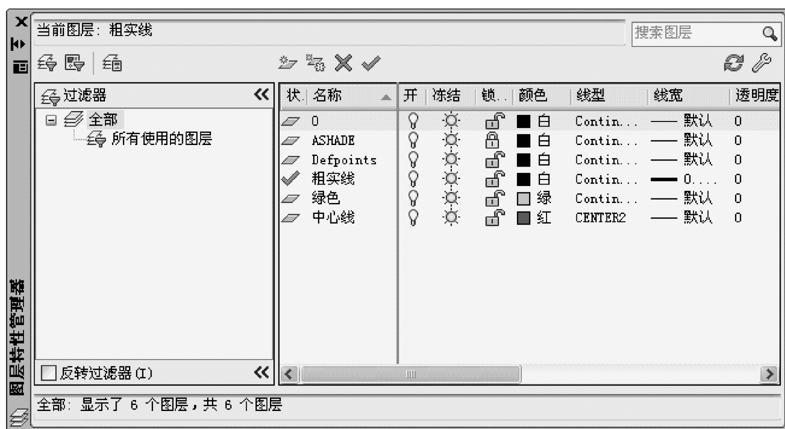


图 1-26 过滤图层

1）单击“新特性过滤器”按钮，打开“图层过滤器特性”对话框。

2）在“过滤器名称”栏中输入新过滤器的名称“颜色和线宽过滤器”。

3）在“过滤器定义”区域的“颜色”栏中选择“白色”；“线宽”栏中选择“默认”。则符合这两个过滤条件的 3 个图层显示在“过滤器预览”窗格中，如图 1-27 所示。

4）单击“确定”按钮，返回“图层特性管理器”对话框。在该对话框左边的树状图中选择“新建过滤器”，此时右边列表框中列出满足过滤条件的所有图层，如图 1-28 所示。

4. 使用”新组过滤器”过滤图层

在 AutoCAD 2012 中，还可以通过“新组过滤器”过滤图层。可在“图层特性管理器”对话框中单击“新组过滤器”按钮，并在对话框左侧过滤器树列表中添加一个“组过滤器 1”（也可以根据需要命名组过滤器）。在过滤器树中单击“所有使用的图层”节点或其他过滤器，显示对应的图层信息，然后将需要分组过滤的图层拖动到创建的“组过滤器 1”上即



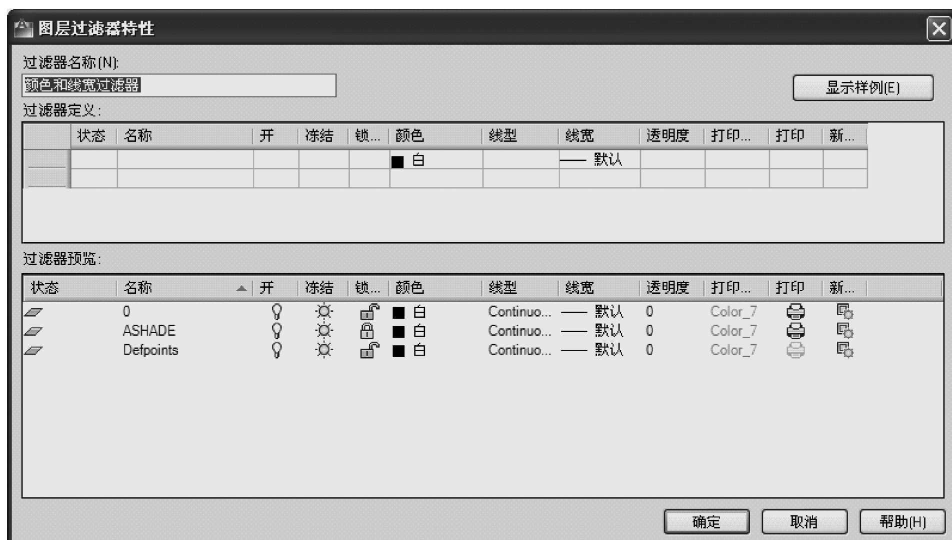


图 1-27　设置过滤条件

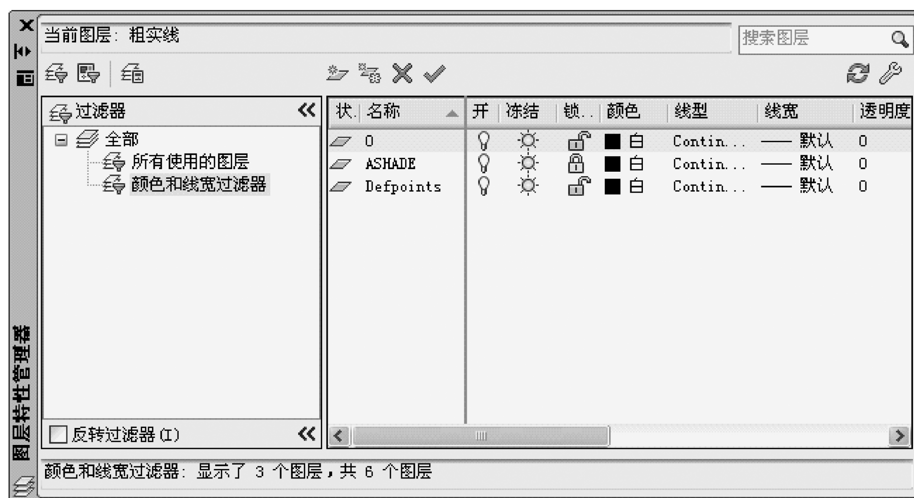


图 1-28　显示过滤后的图层

可，如图 1-29 所示。

5. 保存与恢复图层状态

图层设置包括图层状态和图层特性。图层状态包括图层是否打开、冻结、锁定、打印和在新视窗中自动冻结。图层特性包括颜色、线型、线宽和打印样式。可以选择要保存的图层状态和图层特性。例如，可以选择只保存图形中图层的“冻结/解冻”设置，忽略所有其他设置。恢复图层状态时，除了每个图层的冻结或解冻设置以外，其他设置仍保持当前设置。在 AutoCAD 2012 中，可以使用“图层状态管理器”对话框来管理所有图层的状态。

6. 转换图层

使用“图层转换器”可以转换图层，实现图形的标准化和规范化。选择“工具”/“CAD 标准”/“图层转换器”命令，打开“图层转换器”对话框，如图 1-30 所示。“图层转换器”

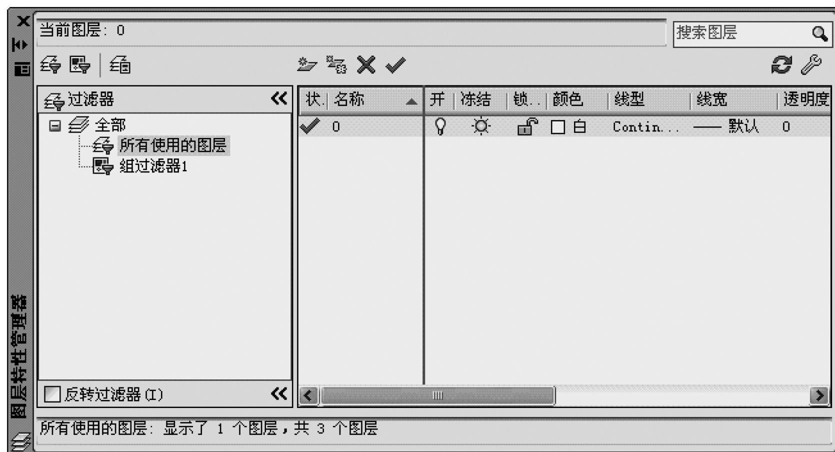


图 1-29　新组过滤器过滤图层

能够转换当前图形中的图层，使之与其他图形的图层结构或 CAD 标准文件相匹配。例如，如果打开一个与本公司图层结构不一致的图形时，则可以使用“图层转换器”转换图层名称和属性，以符合本公司的图形标准。



图 1-30　“图层转换器”对话框

7. 改变对象所在图层

在实际绘图中，如果绘制完某一图形元素后，则发现该元素并没有绘制在预先设置的图层上，可选中该图形元素，并在“对象特性”工具栏的图层控制下拉列表框中选择预设层名，然后按 Esc 键来改变对象所在图层。

8. 使用图层工具管理图层

利用图层管理工具用户可以更加方便地管理图层。选择“格式”/“图层工具”命令中的子命令，就可以通过图层工具来管理图层，如图 1-31 所示。

9. 图层设置区

“图层设置区”具有搜索、创建、删除图层等功能，并能显示图层具体的特性与说明，“图层树状区”各选项及功能按钮的作用如下：





图 1-31　“图层工具”下拉菜单

1）搜索图层：通过在其左侧的列表内输入搜索关键字符，可以按名称快速搜索相关的图层列表。

2）“新建图层”按钮：单击该按钮可以在列表中新建一个图层。

3）“在所有视窗中都被冻结的新图层视窗”按钮：单击该按钮可以创建一个新图层，但在所有现有的布局视窗中会将其冻结。

4）“删除图层”按钮：单击该按钮将删除当前选中的图层。

5）“置为当前”按钮：单击该按钮可以将当前选中的图层置为当前层，用户所绘制的图形将存放在该图层上。

6）“刷新”按钮：单击该按钮可以刷新图层列表中的内容。

7）“设置”按钮：单击该按钮将显示如图 1-32 所示的“图层设置”对话框，用于调整“新图层通知”、“隔离图层设置”以及“对话框设置”等内容。



图 1-32　“图层设置”对话框

1.6 本章总结

本章介绍了与 AutoCAD 2012 相关的一些基本概念和基本操作，其中包括 AutoCAD 2012 对计算机系统的软、硬件的要求；如何安装、启动 AutoCAD 2012；AutoCAD 2012 工作界面的组成及其功能；图形文件管理，包括新建图形文件、打开已有图形文件、保存图形；AutoCAD 2012 的帮助功能等。最后，介绍了规划和管理图层。

本章介绍的概念和操作非常重要，其中的某些功能在绘图过程中要经常使用（如图形文件管理、图层设置等），希望读者能够很好地掌握。

1.7 思考与练习

1. 思考题

1）简述如何启动和关闭 AutoCAD 2012？

2）AutoCAD 2012 的用户界面主要由几个部分组成？

3）如何利用 AutoCAD 2012 提供的帮助信息来寻求帮助？

2. 操作题

1）打开文件“习题 1-1”练习以下内容：

创建以下图层：轮廓线、尺寸线、中心线；将图形的外轮廓线、对称轴线以及尺寸标注分别修改到轮廓线、中心线及尺寸线层上；关闭或冻结尺寸线层。

2）打开文件“习题 1-2”练习以下内容：

找到图层“LIGHT”及“DIMENSIONS”，将图层名称分别修改为“照明”、“尺寸标注”。

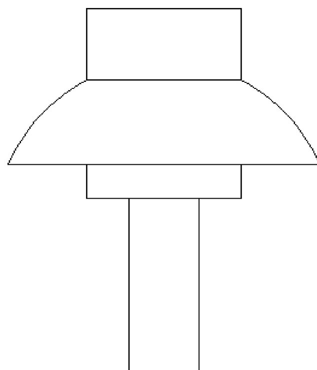
创建图层特性过滤器，利用该过滤器查找所有颜色为黄色的图层，将这些图层锁定，颜色改为红色；创建一个图层组过滤器，该过滤器包含图层“BEAM”和“MEDIUM”，将它们的颜色改为绿色。

第 2 章　二维图形绘制与编辑

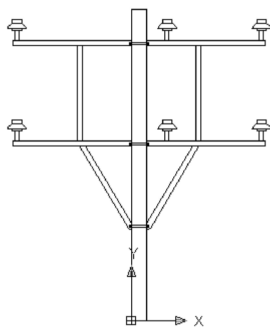
学习目标



熟练掌握二维图形绘制方法和技巧；
掌握各种基本图形的绘制和编辑方法；
熟悉电气工程图的绘制。



利用 AutoCAD 2012 的二维图形绘制功能，可以绘制各种电气图样。绝缘子主要运用到了直线、圆弧、矩形、移动等操作完成电气工程图的绘制上。



二维平面图形的形状都很简单，创建起来也很容易，电线杆的绘制分成两部分。设计者可以使用镜像、分解、移动等工具完成此电线杆的绘制。

2.1 二维图形绘制

利用 AutoCAD 2012 的二维图形绘制功能，可以绘制各种电气图样。二维图形都由直线和曲线组合而成。二维平面图形的形状都很简单，创建起来也很容易，它们是整个 AutoCAD 的绘图基础。因此，只有熟练地掌握二维平面图形的绘制方法和技巧，才能够更好地绘制出复杂的图形。

AutoCAD 2012 提供了很多绘制直线图形、曲线图形的命令。它们包括直线段、射线等直线图形的绘制命令和圆、圆弧、多边形等曲线图形的绘制命令。本节将重点介绍创建这些基本对象的方法，下面介绍常用的 3 种。

1. 绘图菜单

绘图菜单是绘制图形最基本、最常用的方法，其中包含了 AutoCAD 2012 的大部分绘图命令，如图 2-1 所示。选择该菜单中的命令或子命令，可绘制出相应的二维图形。

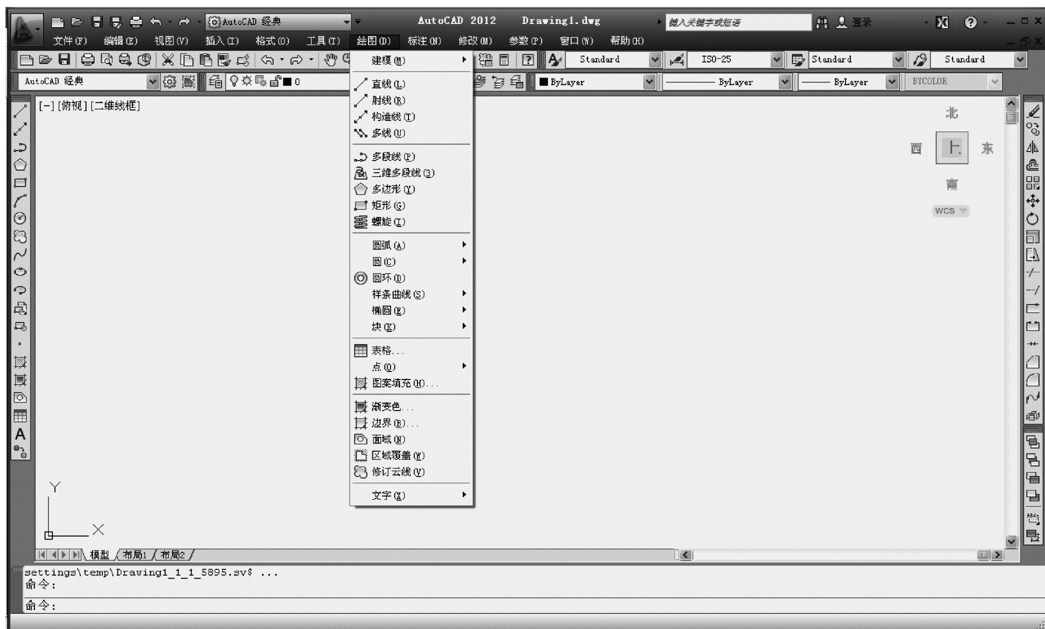


图 2-1 “绘图”下拉菜单

2. 绘图工具栏

“绘图”工具栏是绘制图形最方便的方法，“绘图”工具栏中的每个工具按钮都与“绘图”菜单中的绘图命令相对应，是图形化的绘图命令，如图 2-2 所示。



图 2-2 “绘图”工具栏

3. 绘图命令

使用绘图命令也可以绘制图形，在命令提示行中输入绘图命令，按 Enter 键，并根据命



令行的提示信息进行绘图操作。这种方法快捷，准确性高，但要求掌握绘图命令及其选择项的具体用法。

AutoCAD 2012 在实际绘图时，采用命令行工作机制，以命令的方式实现用户与系统的信息交互，而前面介绍的 3 种绘图方法是为了方便操作而设置的，是 3 种不同的调用绘图命令的方式。

☞ 命令窗口是 AutoCAD 显示用户从键盘输入的命令和显示 AutoCAD 提示信息的地方。默认时，AutoCAD 在命令窗口保留最后三行所执行的命令或提示信息。用户可以通过拖动窗口边框的方式改变命令窗口的大小，使其显示多于 3 行或少于 3 行的信息，图 2-3 所示为增加命令行显示行数。

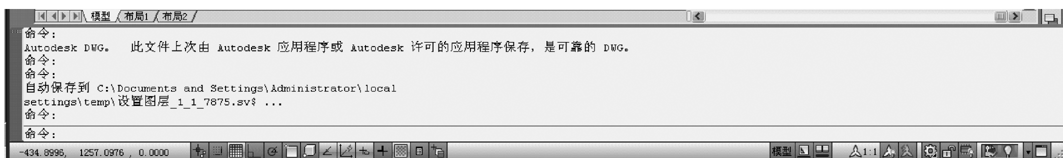


图 2-3　增加命令行显示行数

2.1.1　绘制点对象

实例文件：example\Ch2\huizhidian.dwg
操作录像：视频\Ch2\huizhidian.avi

在 AutoCAD 2012 中，点是最简单的图形，点对象有单点、多点、定数等分和定距等分 4 种。等分后的圆如图 2-4 所示。

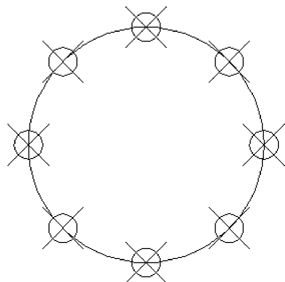


图 2-4　等分后的圆



操作步骤

选择“绘图”/“点”/“定数等分”命令，命令行提示如下：

命令：_divide
选择要定数等分的对象：　//选择圆
输入线段数目或[块(B)]：8　//按 Enter 键

提示：AutoCAD 2012 系统默认的点样式是圆点“.”式的，用户可以根据自己的需要调用“格式”/“点样式”命令来选择自己需要的样式，如图 2-5 所示。

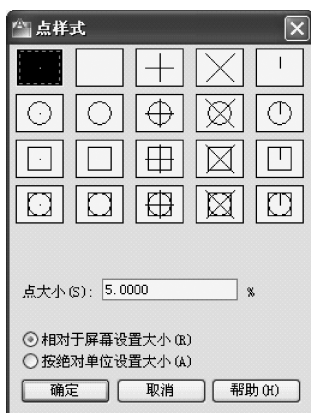


图 2-5 “点样式”对话框

2.1.2 绘制直线

实例文件：example\Ch2\huizhizhixian.dwg
操作录像：视频\Ch2\huizhizhixian.avi

“直线”是各种绘图中最常用、最简单的一类图形对象，只要指定了起点和终点即可绘制一条直线。在 AutoCAD 中，可以用二维坐标（x，y）或三维坐标（x，y，z）来指定端点，也可以混合使用二维坐标和三维坐标。如果输入二维坐标，则 AutoCAD 将会用当前的高度作为 Z 轴坐标值，默认值为 0。

按绝对坐标绘制直线段，效果如图 2-6 所示。

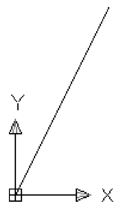


图 2-6 按绝对坐标绘制直线段

操作步骤

单击“绘图”/“直线”命令（LINE），或者单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_line 指定第一点：0,0 //按绝对坐标输入直线段的起点
指定下一点或[放弃(U)]：100,200 //按绝对坐标输入直线段的终点
指定下一点或[放弃(U)]： //按 Enter 键

2.1.3 绘制射线

射线是一端固定，另一端无限延伸的直线。选择“绘图”/“射线”命令（RAY），可以绘制射线。在 AutoCAD 中，射线主要用于绘制辅助线，命令行显示如下提示信息：

命令：_ray
指定起点：
指定通过点：

指定射线起点后，可在“指定通过点：”提示下指定多个通过点，来绘制以起点为端点



的多条射线，直到按 Esc 键或者 Enter 键退出为止。

2.1.4　绘制构造线

实例文件：example\Ch2\gouzaoxian.dwg
操作录像：视频\Ch2\gouzaoxian.avi

构造线为两端可以无限延伸的直线，没有起点和终点，可以放置在三维空间的任何地方，主要用于绘制辅助线。选择“绘图”/“构造线”命令（XLINE），或者单击“绘图”工具栏中的“构造线”命令按钮，都可绘制构造线。

根据图 2-7 左图得到图 2-7 右图。

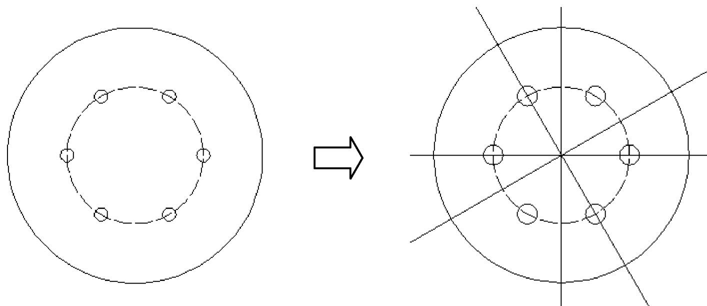


图 2-7　绘制构造线



操作步骤

1）绘制水平构造线。选择“绘图”/“构造线”命令（XLINE），或者单击“绘图”工具栏中的“构造线”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_xline 指定点或[水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]：H
指定通过点：//捕捉圆心
指定通过点：//按 Enter 键

2）绘制垂直构造线。选择“绘图”/“构造线”命令（XLINE），或者单击“绘图”工具栏中的“构造线”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_xline 指定点或[水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]：V
指定通过点：//捕捉圆心
指定通过点：//按 Enter 键

3）绘制角度构造线。选择“绘图”/“构造线”命令（XLINE），或者单击“绘图”工具栏中的“构造线”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_xline 指定点或[水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]：A
输入构造线的角度(0)或[参照(R)]：30　//输入构造线的角度
指定通过点：//捕捉圆心
指定通过点：//按 Enter 键
按同样的方法绘制其他角度(120°)构造线。

2.1.5　绘制矩形

实例文件：example\Ch2\juxing.dwg

在 AutoCAD 中，选择“绘图”/“矩形”命令（RECTANG），或者单击绘图菜单中的

“矩形”命令按钮，即可绘制出倒角矩形、圆角矩形、有厚度的矩形等多种矩形。

绘制如图 2-8 所示的圆角矩形。

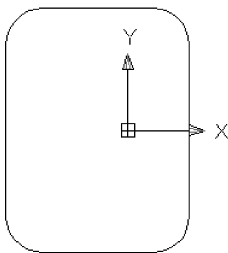


图 2-8　圆角矩形



操作步骤

选择“绘图”/“矩形”命令（RECTANG），或者单击绘图菜单中的“矩形”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_rectang

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：F

指定矩形的圆角半径 <0.0000>：30　//指定矩形的圆角半径

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]：-100，-100

//输入矩形第一个角点坐标

指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]：50，100//输入矩形第二个角点坐标

2.1.6　绘制正多边形

实例文件：example\Ch2\zhengduobianxing.dwg

在 AutoCAD 中，选择“绘图”/“正多边形”命令（POLYGON），或者单击绘图菜单中的“正多边形”命令按钮，即可绘制正多边形。

绘制一个内接于圆，圆半径为 20 的正十边形，如图 2-9 所示。

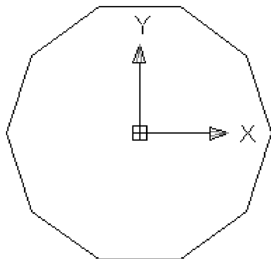


图 2-9　正十边形



操作步骤

选择“绘图”/“正多边形”命令（POLYGON），或者单击绘图菜单中的“正多边形”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_polygon 输入边的数目 <4>：10　//指定正多边形边数
指定正多边形的中心点或[边(E)]：0,0　//指定正多边形的中心点坐标
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)]<I>：I　//执行内接圆半径选项
指定圆的半径：20//输入圆半径

2.1.7　绘制圆

实例文件：example\Ch2\yuan.dwg

在 AutoCAD 2012 中，选择“绘图”/“圆”命令（CIRCLE），显示子菜单如图 2-10 所示，提供 6 种方式绘制圆，或者单击绘图工具栏中的“圆”命令按钮也可以绘制圆。

通过圆心和半径绘制圆，效果如图 2-11 所示。

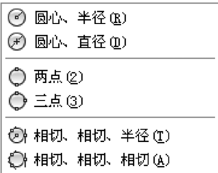


图 2-10　绘制圆的 6 种方式

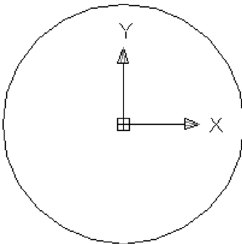


图 2-11　通过圆心和半径绘制圆

操作步骤

选择“绘图”/“圆”/“圆心、半径”命令，或者单击绘图菜单中的“圆”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_circle 指定圆的圆心或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]：0,0
//指定圆心坐标
指定圆的半径或[直径(D)]：20　//指定圆的半径

2.1.8　绘制圆弧

实例文件：example\Ch2\yuanhu.dwg

在 AutoCAD 2012 中，选择“绘图”/“圆弧”命令（ARC），出现子菜单如图 2-12 所示，提供 11 种方式绘制圆弧，或者单击绘图菜单中的“圆弧”命令按钮，也可以绘制圆弧。

根据三点绘制圆弧，效果如图 2-13 所示。



图 2-12　绘制圆弧的 11 种方式

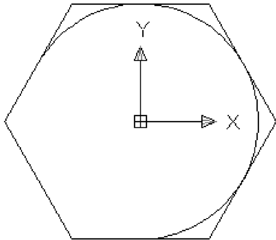


图 2-13　根据三点绘制圆弧

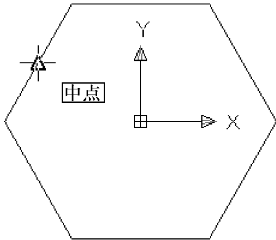


图 2-14　捕捉第一个点



操作步骤

选择“绘图”/“圆弧”/“三点”命令，或者单击绘图菜单中的“圆弧”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_arc 指定圆弧的起点或[圆心(C)]：//捕捉如图 2-14 所示的中点

指定圆弧的第二个点或[圆心(C)/端点(E)]：//捕捉如图 2-15 所示的中点

指定圆弧的端点：//捕捉如图 2-16 所示的中点

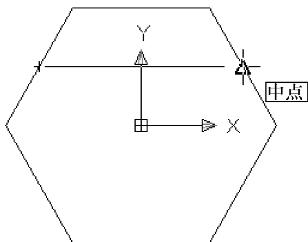


图 2-15　捕捉第二个点

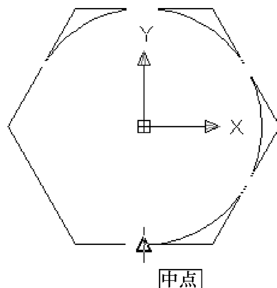


图 2-16　捕捉第三个点

2.1.9　绘制椭圆

实例文件：example\Ch2\tuoyuan.dwg

选择“绘图”/“椭圆”命令，出现子菜单如图 2-17 所示，提供 2 种方式绘制椭圆，或者单击绘图菜单中的“椭圆”命令按钮，同样可绘制椭圆。

根据长轴和转角绘制椭圆，效果如图 2-18 所示。

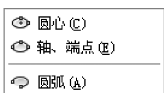


图 2-17　绘制椭圆的 2 种方式

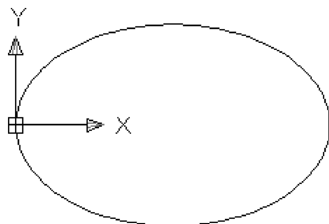


图 2-18　根据长轴和转角绘制的椭圆

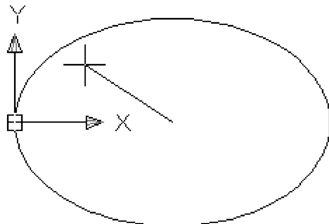


图 2-19　随光标闪动的过渡椭圆

操作步骤

选择“绘图”/“椭圆”/“轴、端点”命令，或者单击绘图菜单中的“椭圆”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_ellipse

指定椭圆的轴端点或[圆弧(A)/中心点(C)]：0,0　//指定轴的一个端点

指定轴的另一个端点：10,0

//指定轴的另一个端点,此时,屏幕出现如图 2-19 所示随光标闪动的过渡椭圆

指定另一条半轴长度或[旋转(R)]：r　//执行输入角度选项



指定绕长轴旋转的角度: 50　//指定转角角度

2.1.10　绘制椭圆弧

实例文件: example\Ch2\tuoyuanhu.dwg

在 AutoCAD 2012 中，选择“绘图”/“椭圆”命令，出现子菜单如图 2-17 所示，选择第三行“圆弧”命令（ELLIPSE），或者单击绘图工具栏中的“椭圆弧”命令按钮，都可绘制椭圆弧。

绘制如图 2-20 所示效果图形。

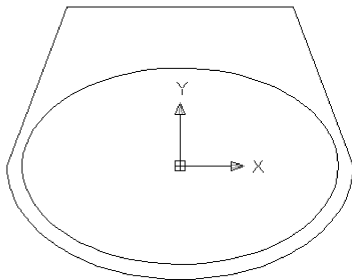


图 2-20　效果图



操作步骤

1）绘制椭圆。选择“绘图”/“椭圆”/“轴、端点”命令，或者单击绘图工具栏中的“椭圆”命令按钮，命令行提示如下:

命令: _ellipse
指定椭圆的轴端点或[圆弧(A)/中心点(C)]: C　//执行中心点选项
指定椭圆的中心点: 0,0　//指定椭圆的中心点坐标
指定轴的端点: 210,0　//指定轴的一个端点
指定另一条半轴长度或[旋转(R)]: 130　//指定另一条半轴长度,如图 2-21 所示

2）绘制椭圆弧。选择“绘图”/“椭圆”命令，选择第三行“圆弧”命令（ELLIPSE），或者单击绘图工具栏中的“椭圆弧”命令按钮，命令行提示如下:

命令: _ellipse
指定椭圆的轴端点或[圆弧(A)/中心点(C)]: _a
指定椭圆弧的轴端点或[中心点(C)]: C　//执行中心点选项
指定椭圆弧的中心点: 0,0　//指定椭圆弧的中心点坐标
指定轴的端点: 230,0　//指定轴的端点
指定另一条半轴长度或[旋转(R)]: 150
指定起始角度或[参数(P)]: 180
指定终止角度或[参数(P)/包含角度(I)]: 0//如图 2-22 所示

3）绘制直线。单击“绘图”/“直线”命令（LINE），或者单击绘图工具栏中的“直线”命令按钮，命令行提示如下:

命令: _line 指定第一点: −230,0
指定下一点或[放弃(U)]: −150,210
指定下一点或[放弃(U)]: @300,0

指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：230,0

指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]： //按 Enter 键结束

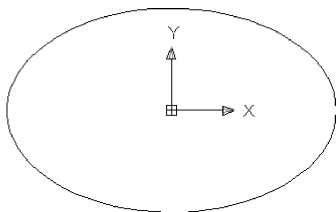


图 2-21 绘制的椭圆

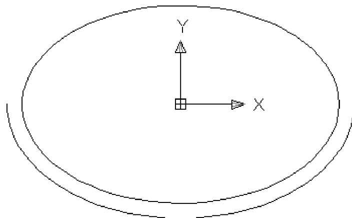


图 2-22 绘制椭圆弧

 椭圆弧的绘图命令和椭圆的绘图命令都是 ELLIPSE，但命令行的提示不同。

2.1.11 绘制多段线

实例文件：example\Ch2\xianduan.dwg

在 AutoCAD 中，“多段线”是一种非常有用的线段对象，它是由多段直线段或圆弧段组成的一个组合体，它是一个单独的图形对象。

选择“绘图”/“多段线”命令（PLINE），或者单击绘图工具栏中的“多段线”命令按钮，即可绘制多段线。

绘制如图 2-23 所示效果图形。



图 2-23 多线段

操作步骤

选择“绘图”/“多段线”命令（PLINE），或单击绘图工具栏中的“多段线”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_pline

指定起点： //单击 A 点

当前线宽为 0.0000

指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：120

//从 A 点向右追踪并输入追踪距离

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：A

//执行“圆弧”选项

指定圆弧的端点或

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/宽度(W)]：40 //从 B 点向下追踪并输入追踪距离

指定圆弧的端点或

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/宽度(W)]：L //执行“直线”选项

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：120

//从C点向左追踪并输入追踪距离

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：A

指定圆弧的端点或

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/宽度(W)]：//捕捉端点A

指定圆弧的端点或

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/宽度(W)]：//按Enter键

2.1.12　绘制多线

实例文件：example\Ch2\duoxian.dwg

多线是一种由多条平行线组成的组合对象。平行线之间的间距和数目是可以调整的，多线常用于绘制墙体、公路、电子线路图等平行线对象。

选择“绘图”/“多线”命令（MLINE），即可绘制多段线。

绘制如图2-24所示多线图形。

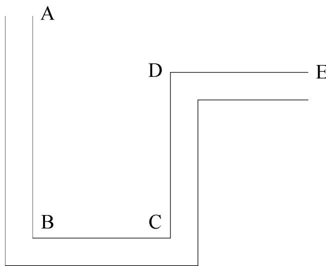


图2-24　多线图形



操作步骤

选择“绘图”/“多线”命令（MLINE），命令行提示如下：

命令：_mline

当前设置：对正＝上，比例＝20.00，样式＝STANDARD

指定起点或[对正(J)/比例(S)/样式(ST)]：//单击屏幕上A点

指定下一点：160　//竖直向下指定B点

指定下一点或[放弃(U)]：100　//水平向右指定C点

指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：120　//竖直向上指定D点

指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：100　//水平向右指定E点

指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：//按Enter键

2.1.13　绘制云状线

实例文件：example\Ch2\yunzhuang.dwg

在圈阅图形时，可以使用修订云状线进行标记，以提高工作效率。云状线是由连续圆弧组成的多段线（云彩形状的图形）。

选择“绘图”/“修订云线”命令（REVCLOUD），或单击绘图工具栏中的“修订云线”命令按钮，即可绘制云状线。

绘制如图2-25所示的效果图形。

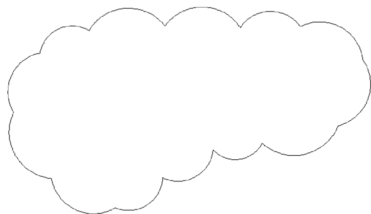


图 2-25　云状线



操作步骤

选择"绘图"/"修订云线"命令（REVCLOUD），或单击绘图工具栏中的"修订云线"命令按钮，命令行提示如下：

命令：_revcloud
最小弧长：40　最大弧长：50　样式：普通
指定起点或[弧长(A)/对象(O)/样式(S)]<对象>：A　//选择"弧长"选项
指定最小弧长<40>：30　//指定最小弧长
指定最大弧长<30>：50　//指定最大弧长
指定起点或[弧长(A)/对象(O)/样式(S)]<对象>：
沿云线路径引导十字光标…　//拖动光标
修订云线完成。　//当光标移动到起点时，AutoCAD 自动闭合完成云状线的绘制

2.2　二维图形编辑

AutoCAD 2012 提供的常用编辑功能，包括删除、移动、复制、旋转、缩放、偏移、镜像、阵列、拉伸、修剪、延伸、打断、倒角、创建圆角等。

2.2.1　选取对象

当启动 AutoCAD 的某一编辑命令或其他某些命令后，AutoCAD 通常会提示"选择对象："，即要求用户选择要进行操作的对象，同时把十字光标改为小方框形状（称之为拾取框），此时用户应选择对应的操作对象。选择对象后，AutoCAD 会亮显选中的对象（即用虚线显示），这些对象就构成选择集。选择集可以包含单个对象，也可以包含复杂的对象编组。

在 AutoCAD 2012 中，选择对象的方法很多。例如，可以通过单击对象逐个拾取，也可利用矩形窗口或交叉窗口选择；可以选择最近创建的对象、前面的选择集或图形中的所有对象，也可以向选择集中添加对象或从中删除对象。

在命令行输入 SELECT 命令，按 Enter 键，并且在命令行的"选择对象："提示下输入"?"，将显示如下的提示信息：

需要点或窗口(W)/上一个(L)/窗交(C)/框(BOX)/全部(ALL)/栏选(F)/圈围(WP)/圈交(CP)/编组(G)/添加(A)/删除(R)/多个(M)/前一个(P)/放弃(U)/自动(AU)/单个(SI)/子对象/对象

用户可以根据需要选择适合的选择方法，各选项具体说明如下：



1. 需要点

在默认情况下，用户可直接选取对象，此时光标为一个小方框（拾取框），可利用该方框逐个拾取对象。用户在寻找时系统将寻找落在拾取框内或与拾取框相交的最近建立的对象。该方法拾取对象方便、直观，但精度差，尤其是在对象排列密集的地方，常常容易选错或多选对象。另外，用该种方法每次只能选取一个对象，当对象较多时操作起来麻烦。

2. 默认窗口方式

当出现“选择对象:”提示时，如果将拾取框移到图中的空白区域单击鼠标，则系统会提示:“指定对角点”。移动鼠标到另一个位置再单击鼠标，系统自动以两个拾取点为对角点确定一矩形拾取窗口。如果矩形窗口是从左向右定义的，那么只有完全在矩形框内部的对象会被选中。如果拾取窗口是从右向左定义的，那么位于矩形框内部或者与矩形框相交的对象都会被选中。

3. 窗口（W）

选择矩形窗口（由两个角点定义）中的所有对象。在“选择对象:”提示下输入“W”并回车，AutoCAD 会依次提示用户确定矩形窗口的两个对角点。如果矩形窗口是从左向右创建的，所有位于矩形窗口内部的对象均被选中，在窗口以外对象（部分）或者与之相交的对象（部分）则不会被选中。

4. 上一个（L）

选择最近一次创建的可见对象。对象必须在当前空间（模型空间或图样空间）中，并且一定不要将对象的图层设置为冻结或关闭状态。

5. 窗交（C）

选择矩形窗口（由两点确定）内部或与之相交的所有对象。在“选择对象:”提示下输入“C”并回车，AutoCAD 会依次提示用户确定矩形窗口的两个对角点。窗交显示的方框为虚线或高亮度方框，这与窗口选择框不同。

6. 框（BOX）

选择区域由两点确定，该两点确定矩形，其内部或与之相交的所有对象都是选择对象，如果矩形的点是从左至右指定的，则框选与窗口等价，否则框选与窗交等价。

7. 全部（ALL）

用于选择解冻（非冻结）的图层上的所有对象。

8. 栏选（F）

选择与选择栏相交的所有对象，即绘制一条多段的折线，所有与多段折线相交的对象将被全部选中。该方法与圈交方法相似，只是栏选不闭合，并且栏选可以与自己相交。

9. 删除（R）

在“选择对象:”提示下输入“R”并回车，切换到“删除”模式，可以使用任何对象选择方法从当前选择集中删除对象。删除模式的替换模式是在选择单个对象时按 SHIFT 键，或者是使用“自动”选项。

10. 圈围（WP）

选择多边形（通过待选对象周围的点定义）中的所有对象。该多边形可以为任意形状，但不能与自身相交或相切。如果给定的多边形顶点不封闭，则系统将绘制多边形的最后一条

线段，所以该多边形在任何时候都是闭合的。

11. 圈交（CP）

选择多边形（通过在待选对象周围指定点来定义）内部或与之相交的所有对象。该多边形可以为任意形状，但不能与自身相交或相切。将绘制多边形的最后一条线段，所以该多边形在任何时候都是闭合的。

12. 编组（G）

用于选择指定组中的全部对象。

13. 添加（A）

可以使用任何对象选择方法将选定对象添加到选择集。

14. 多个（M）

指定多次选择而不高亮显示对象，从而加快对复杂对象的选择过程。如果两次指定相交对象的交点，则“多选”也将选中这两个相交对象。

15. 前一个（P）

选择最近创建的选择集。从图形中删除对象将清除“上一个”选项设置。程序将跟踪是在模型空间中还是在图样空间中指定每个选择集。如果在两个空间中切换将忽略“上一个”选择集。

16. 放弃（U）

放弃选择最近加到选择集中的对象。如果最近选择的对象多于一个，将从选择集中删除最后一次选择的所有对象。

17. 自动（AU）

切换到自动选择：指向一个对象即可选择该对象。指向对象内部或外部的空白区，将形成框选方法定义的选择框的第一个角点。“自动”和“添加”为默认模式。

18. 单个（SI）

选择指定的第一个或第一组对象而不继续提示进一步选择。

19. 子对象

使用户可以逐个选择原始形状，这些形状是复合实体的一部分或三维实体上的顶点、边和面。可以选择这些子对象的其中之一，也可以创建多个子对象的选择集。选择集可以包含多种类型的子对象。按住 CTRL 键与选择 SELECT 命令的“子对象”选项相同。

20. 对象

结束选择子对象的功能。使用户可以使用对象选择方法。

☞ 上面讲述了多种对象选择方法，它们各有所长，可以根据场合选择合适的方法。

2.2.2 删除对象

删除指定的对象，就像是用橡皮擦除图样上不需要的内容。

选择“修改”/“删除”命令（ERASE），或者单击修改工具栏中的“删除”命令按钮 ，都可以删除图形中选中的对象。命令行提示如下：



1. 命令:_erase
2. 选择对象:　　　　　　　　　　构造删除选择集;
3. 选择对象:　　　　　　　　　　回车，选择的对象被删除。

 选中对象，然后按 Delete 键也可以删除选择的对象。注意被锁定层上的对象不能删除。

2.2.3　复制对象

实例文件：example\Ch2\fuzhi.dwg

可以使用“复制”命令，创建与原有对象相同的图形。

选择“修改”/“复制”命令（COPY），或者单击修改工具栏中的“删除”命令按钮，都可复制已有对象的副本，并放置到指定的位置。执行该命令时，首先需要选择对象，然后指定位移的基点和位移矢量（相对于基点的方向和大小）。

利用复制命令将图 2-26 左图修改为图 2-26 右图。

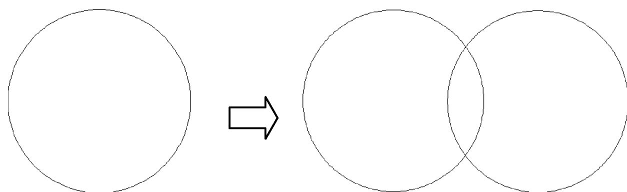


图 2-26　复制图形



操作步骤

选择“修改”/“复制”命令（COPY），或者单击修改工具栏中的“删除”命令按钮，命令行提示如下:

命令: _copy
选择对象: 找到 1 个//选择圆
选择对象:
当前设置:　复制模式 = 多个
指定基点或[位移(D)/模式(O)] <位移>:　//捕捉圆心
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>: 8
指定第二个点或[退出(E)/放弃(U)] <退出>:　//按 Enter 键

2.2.4　镜像对象

实例文件：example\Ch2\jingxiang.dwg

可以使用“镜像”命令，将对象以镜像线对称复制。

选择“修改”/“镜像”命令（MIRROR），或者单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮，都可以镜像图形中选中的对象。

利用镜像命令将图 2-27 左图修改为图 2-27 右图。

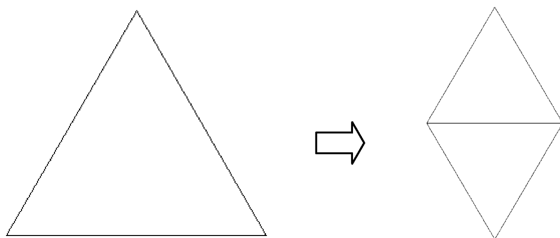


图 2-27　镜像图形

操作步骤

选择“修改”/“镜像”命令（MIRROR），或者单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮 ，命令行提示如下：

命令：_mirror
选择对象：找到 1 个//选择三角形
选择对象：
指定镜像线的第一点：//捕捉如图 2-28 所示三角形底边中点
指定镜像线的第二点：//捕捉如图 2-29 所示三角形底边交点
要删除源对象吗？[是(Y)/否(N)] <N>：//按 Enter 键



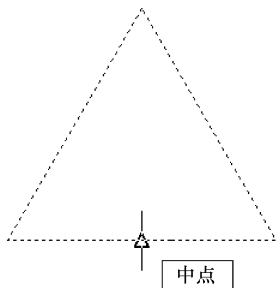


图 2-28　捕捉中点

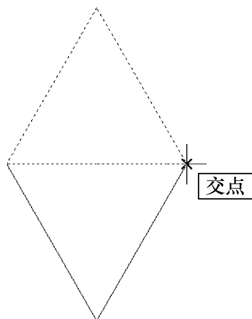


图 2-29　捕捉交点

2.2.5　偏移对象

实例文件：example\Ch2\pianyi.dwg

选择“修改”/“偏移”命令（OFFSET），或者单击修改工具栏中的“偏移”命令按钮 ，可以对指定的直线、圆弧、圆等对象作同心偏移复制。

利用偏移命令将图 2-30 左图修改为图 2-30 右图。



操作步骤

选择“修改”/“偏移”命令（OFFSET），或者单击修改工具栏中的“偏移”命令按钮 ，命令行提示如下：



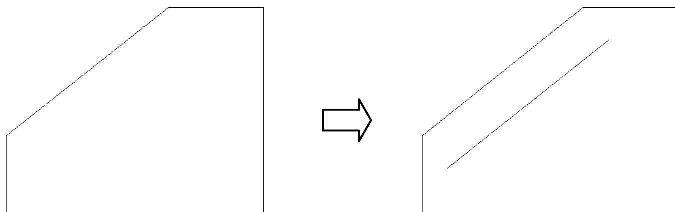


图 2-30　偏移图形

命令：_offset
当前设置：删除源 = 否　图层 = 源　OFFSETGAPTYPE = 0
指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)] <通过>：10　//指定偏移距离
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：//选择多边形斜边
指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>：
//单击多边形内部一点
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：//按 Enter 键

2.2.6　阵列对象

在设计图中，经常使用矩形和环形的方式排列对象，用户可以使用阵列（ARRAY）命令将同样的对象重复排列，做复制阵列。在 AutoCAD 2012 中用户可以选择矩形、路径或环形的阵列形式。指定圆心、距离和每一种形式所需求的方式，以完成阵列操作。

1. 命令操作

启用不同形式的阵列命令，可以采用如下方法：

命令区：输入 ARRAY（AR）并按回车键确认，在选择了阵列对象之后根据提示选择采用的阵列方式，即矩形、路径、环形。

功能区：单击“常用”选项卡、右击“修改”面板、选择“阵列_工具栏”、单击“矩形阵列”按钮、“路径阵列”按钮、“环形阵列”按钮。

2. 命令选项

在启用不同的阵列命令之后，在命令区会依次出现相应的命令选项。

矩形阵列：最常使用的命令选项是定义阵列的行数、列数、行偏移值、列偏移值及起始角度。

路径阵列：需要定义的命令选项是定义阵列的路径曲线，以及沿着路径阵列的方向、项目数、间距等。

环形阵列：首先需要定义阵列的圆心，再根据需要定义项目数、环形阵列角度或各项项目之间的角度等。

1）利用矩形阵列命令将图 2-31 左图修改为图 2-31 右图。

实例文件：example\Ch2\juxingzhenlie.dwg



操作步骤

选择“修改”/“阵列”/“矩形阵列”命令（ARRAY），或者单击修改工具栏中的“矩形阵列”命令按钮，命令行提示如下：

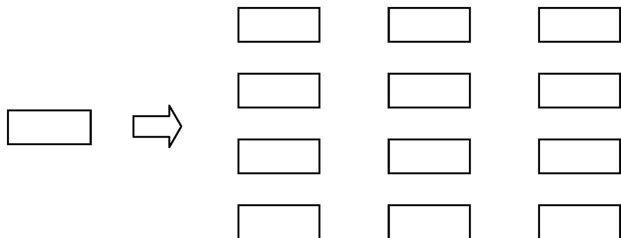


图 2-31　矩形阵列图形

命令：_arrayrect
选择对象：找到 1 个
选择对象：　//按 Enter 键
类型 = 矩形　关联 = 是
为项目数指定对角点或[基点(B)/角度(A)/计数(C)] < 计数 >：　//按 Enter 键
输入行数或[表达式(E)] <4>：　//按 Enter 键
输入列数或[表达式(E)] <4>：3
指定对角点以间隔项目或[间距(S)] < 间距 >：　//按 Enter 键
指定行之间的距离或[表达式(E)] <77.1580>：100
指定列之间的距离或[表达式(E)] <184.5148>：230
按 Enter 键接受或[关联(AS)/基点(B)/行(R)/列(C)/层(L)/退出(X)] < 退出 >：　//按 Enter 键

2）利用路径阵列命令将图 2-32 左图修改为图 2-32 右图。

实例文件：example\Ch2\lujingzhenlie.dwg

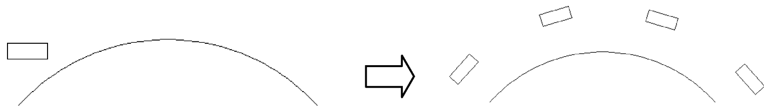


图 2-32　路径阵列图形



操作步骤

选择“修改”/“阵列”/“路径阵列”命令（ARRAY），或者单击修改工具栏中的“路径阵列”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_arraypath
选择对象：找到 1 个
选择对象：
类型 = 路径　关联 = 是
选择路径曲线：
输入沿路径的项目数或[方向(O)/表达式(E)] < 方向 >：　//按 Enter 键
指定基点或[关键点(K)] < 路径曲线的终点 >：选取弧线左端点
指定与路径一致的方向或[两点(2P)/法线(NOR)] < 当前 >：选取弧线右端点
输入沿路径的项目数或[表达式(E)] <4>：　//按 Enter 键
指定沿路径的项目之间的距离或[定数等分(D)/总距离(T)/表达式(E)] < 沿路径平均定数等分(D)>：D



按 Enter 键接受或[关联(AS)/基点(B)/项目(I)/行(R)/层(L)/对齐项目(A)/Z 方向(Z)/退出(X)]<退出>：//按 Enter 键

3）利用环形阵列命令将图 2-33 左图修改为图 2-33 右图。

实例文件：example\Ch2\huanxingzhenlie.dwg

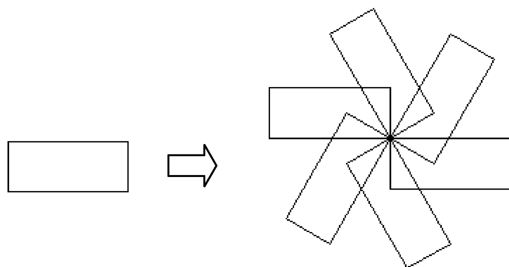


图 2-33　环形阵列图形

操作步骤

选择“修改”/“阵列”/“环形阵列”命令（ARRAY），或者单击修改工具栏中的“环形阵列”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_arraypolar
选择对象：找到 1 个
选择对象：//按 Enter 键
类型 = 极轴　关联 = 是
指定阵列的中心点或[基点(B)/旋转轴(A)]：//按 Enter 键
输入项目数或[项目间角度(A)/表达式(E)]<3>：6
指定填充角度(+ = 逆时针、- = 顺时针)或[表达式(EX)]<360>：//按 Enter 键
按 Enter 键接受或[关联(AS)/基点(B)/项目(I)/项目间角度(A)/填充角度(F)/行(ROW)/层(L)/旋转项目(ROT)/退出(X)]<退出>：//按 Enter 键

☞ 创建多个排列规则的对象，使用 ARRAY 命令比 COPY 命令速度更快；操作矩形阵列，用户可以控制行、列的数值和每一个对象间的距离。在环形阵列中可指定复制的数量、填充角度及复制是否旋转；环形阵列可以沿逆时针或顺时针的方向做阵列，阵列方向由用户输入的角度为正数或是负数决定；若要对已经确认的阵列对象进行再编辑，可以直接双击任意一个阵列对象，此时会出现“阵列”选项卡，通过修改选项卡中的阵列参数可以达到直接修改阵列。

2.2.7　移动对象

实例文件：example\Ch2\yidong.dwg

移动对象是指对象的重定位。选择“修改”/“移动”命令（MOVE），或者单击修改工具栏中的“移动”命令按钮，可以在指定方向上按指定距离移动对象，对象的位置发生了改变，但方向和大小不改变。

利用移动命令将图 2-34 左图修改为图 2-34 右图。

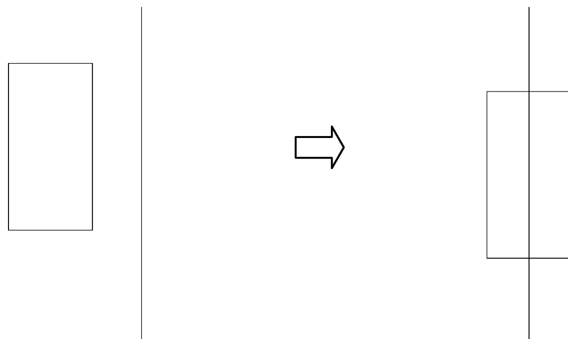


图 2-34　移动图形



操作步骤

选择“修改”/“移动”命令（MOVE），或者单击修改工具栏中的“移动”命令按钮 ，命令行提示如下：

命令：_move
选择对象：找到 1 个　//选择矩形
选择对象：
指定基点或[位移(D)]<位移>：　//捕捉如图 2-35 所示矩形下边中点
指定第二个点或<使用第一个点作为位移>：　//捕捉如图 2-36 所示最近点

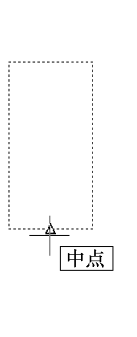


图 2-35　捕捉中点

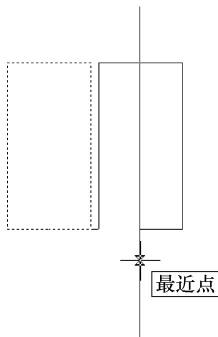


图2-36　捕捉最近点

2.2.8　旋转对象

实例文件：example\Ch2\xuanzhuan.dwg

选择“修改”/“旋转”命令（ROTATE），或者单击修改工具栏中的“旋转”命令按钮 ，都可以将对象绕基点旋转指定的角度。

利用旋转命令将图 2-37 左图修改为图 2-37 右图。



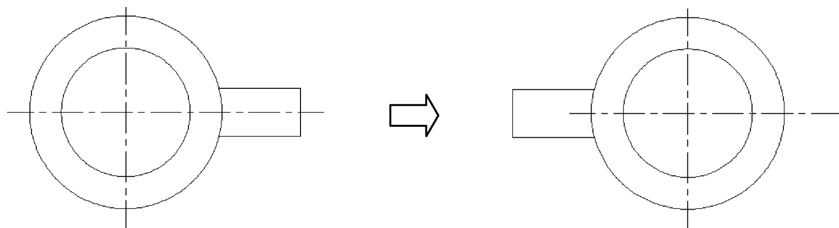


图 2-37　旋转图形


操作步骤

选择“修改”/“旋转”命令（ROTATE），或者单击修改工具栏中的“旋转”命令按钮 ，命令行提示如下：

命令：_rotate
UCS 当前的正角方向： ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0
选择对象：找到 1 个　//选择对象，如图 2-38 所示
选择对象：　//按 Enter 键
指定基点：　//捕捉圆心如图 2-39 所示
指定旋转角度，或[复制(C)/参照(R)] <180>：　180　//指定旋转角度

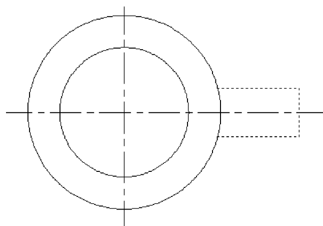


图 2-38　选择旋转对象

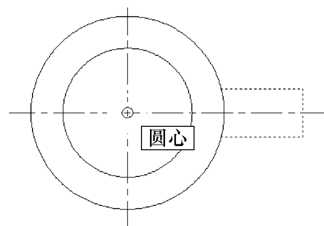


图 2-39　捕捉圆心

2.2.9　对齐对象

实例文件：example\Ch2\xiujian.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“对齐”命令（ALIGN），可以使当前对象与其他对象对齐，它既适用于二维对象，也适用于三维对象。

利用对齐命令将图 2-40 左图修改为图 2-40 右图。

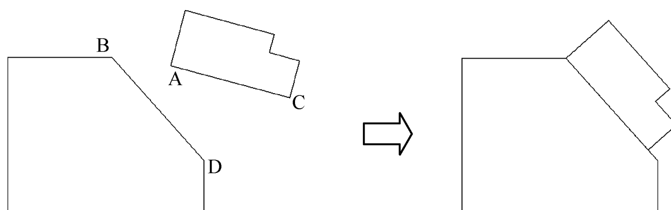


图 2-40　对齐图形


操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“对齐”命令（ALIGN），命令行提示如下：

命令：_align
选择对象：指定对角点：找到 1 个 //选择对象
选择对象： //按 Enter 键
指定第一个源点： //捕捉 A 点，如图 2-41 所示
指定第一个目标点： //捕捉 B 点，如图 2-42 所示
指定第二个源点： //捕捉 C 点，如图 2-43 所示
指定第二个目标点： //捕捉 D 点，如图 2-44 所示
指定第三个源点或 <继续>： //按 Enter 键
是否基于对齐点缩放对象？[是(Y)/否(N)] <否>：N //按 Enter 键

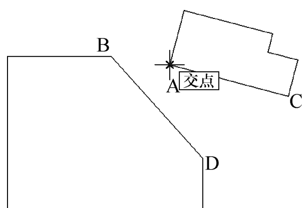


图 2-41 捕捉 A 点

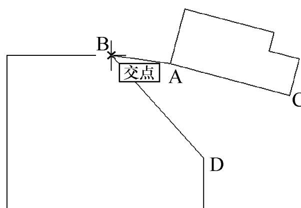


图 2-42 捕捉 B 点

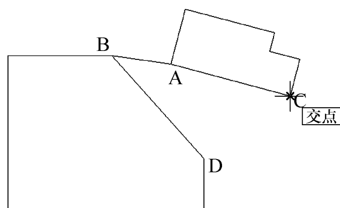


图 2-43 捕捉 C 点

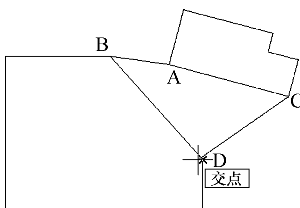


图 2-44 捕捉 D 点

2.2.10 修剪对象

实例文件：example\Ch2\xiujian.dwg

选择“修改”/“修剪”命令（TRIM），或者单击修改工具栏中的“修剪”命令按钮，都可以以某一对象为剪切边修剪其他对象。

利用修剪命令将图 2-45 左图修改为图 2-45 右图。

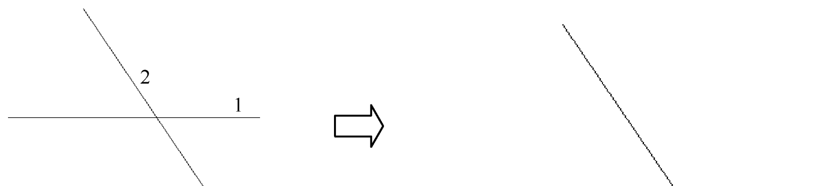


图 2-45 修剪图形





操作步骤

选择“修改”/“修剪”命令（TRIM），或者单击修改工具栏中的“修剪”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_trim
当前设置：投影 = UCS，边 = 延伸
选择剪切边...
选择对象或 <全部选择>：　找到 1 个　//选择直线 1，如图 2-46 所示
选择对象：　//按 Enter 键
选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：
//单击直线 2 下在直线 1 以下部分，效果如图 2-47 所示
选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：　//按 Enter 键

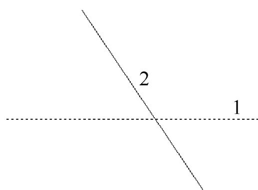
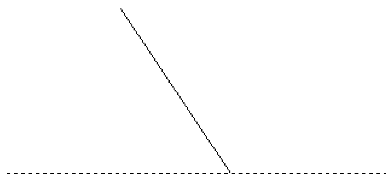


图 2-46　选择直线 1

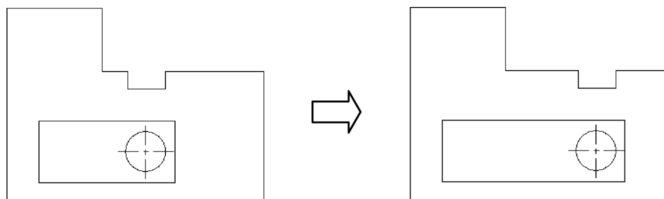

图 2-47　过渡效果

2.2.11　拉伸对象

实例文件：example\Ch2\lashen.dwg

选择“修改”/“拉伸”命令（STRETCH），或者单击修改工具栏中的“拉伸”命令按钮，就可以移动或拉伸对象，操作方式根据图形对象在选择框中的位置决定。

利用拉伸命令将图 2-48 左图修改为图 2-48 右图。


图 2-48　拉伸图形



操作步骤

选择“修改”/“拉伸”命令（STRETCH），或者单击修改工具栏中的“拉伸”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_stretch
以交叉窗口或交叉多边形选择要拉伸的对象...　//选择要拉伸的对象，如图 2-49 所示
选择对象：指定对角点：找到 5 个

选择对象：　//按 Enter 键
指定基点或[位移(D)]<位移>：　//单击屏幕上一点
指定第二个点或<使用第一个点作为位移>：30　//向右追踪并输入追踪距离

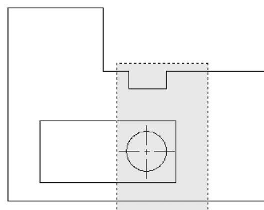


图 2-49　选择要拉伸的对象

 拉伸与移动命令的功能有类似之处，可移动图形，但拉伸通常用于使对象拉长或压缩。

2.2.12　延伸对象

实例文件：example\Ch2\yanshen.dwg

将指定的对象延伸到指定边界。

选择“修改”/“延伸”命令（EXTEND），或者单击修改工具栏中的“延伸”命令按钮 ，可以延长指定的对象与另一对象相交或外观相交。

利用延伸命令将图 2-50 左图修改为图 2-50 右图。

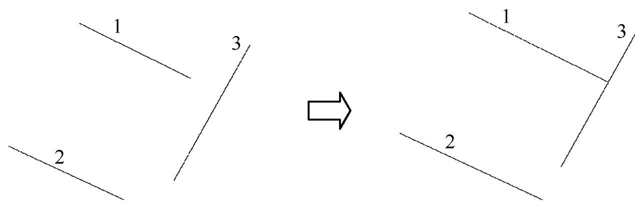


图 2-50　延伸图形

 **操作步骤**

选择“修改”/“延伸”命令（EXTEND），或者单击修改工具栏中的“延伸”命令按钮 ，命令行提示如下：

命令：_extend
当前设置：投影 = UCS，边 = 延伸
选择边界的边...
选择对象或<全部选择>：找到 1 个　//选择线段 3，如图 2-51 所示
选择对象：//按 Enter 键
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：//选择要延伸的线段 1，效果如图 2-52 所示
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：//选择线段 2
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或



[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：//按 Enter 键

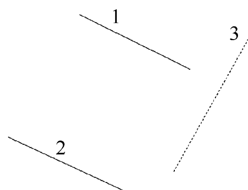


图 2-51　选择线段 3

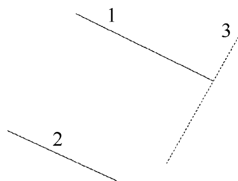


图 2-52　延伸线段 1

2.2.13　缩放对象

实例文件：example\Ch2\suofang.dwg

缩放对象指放大或缩小指定的对象。

选择“修改”/“缩放”命令（SCALE），或者单击修改工具栏中的“缩放”命令按钮（或在“面板”选项板的“二维绘图”选项区域中单击“缩放”按钮），可以将对象按指定的比例因子相对于基点进行尺寸缩放。

利用缩放命令将图 2-53 左图修改为图 2-53 右图。

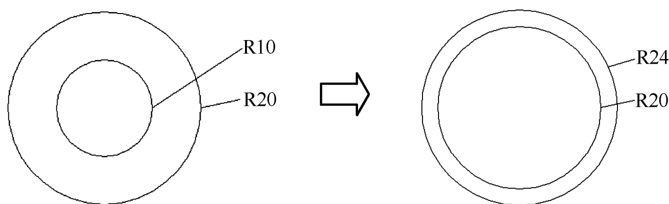


图 2-53　缩放图形

操作步骤

选择“修改”/“缩放”命令（SCALE），或者单击修改工具栏中的“缩放”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_scale
选择对象：找到 1 个　//选择半径为 10 的圆，如图 2-54 所示
选择对象：//按 Enter 键
指定基点：//捕捉圆心，如图 2-55 所示
指定比例因子或[复制(C)/参照(R)]<1.0000>：R
指定参照长度<1.0000>：5
指定新的长度或[点(P)]<1.0000>：12

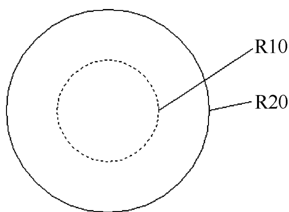


图 2-54　选择半径为 10 的圆

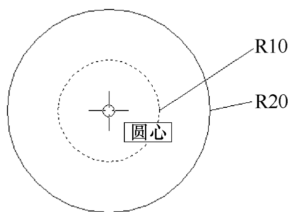


图 2-55　捕捉圆心

2.2.14 拉长对象

实例文件：example\Ch2\lachang.dwg

选择“修改”/“拉长”命令（LENGTHEN），就可修改线段或者圆弧的长度。

利用拉长命令将图 2-56 左图修改为图 2-56 右图

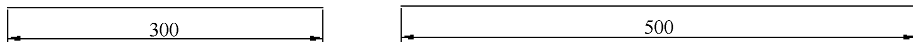


图 2-56 拉长图形



操作步骤

选择“修改”/“拉长”命令（LENGTHEN），命令行提示如下：

命令：_lengthen

选择对象或[增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)]：de

输入长度增量或[角度(A)]<100.0000>：200 //输入长度增量

选择要修改的对象或[放弃(U)]： //选择线段

选择要修改的对象或[放弃(U)]： //按 Enter 键

2.2.15 分解对象

实例文件：example\Ch2\fenjie.dwg

对于矩形、块等由多个对象边组成的组合对象，如果需要对单个成员进行编辑，就需要先将它分解开。

选择“修改”/“分解”命令（EXPLODE），或者单击修改工具栏中的“分解”命令按钮 ，选择需要分解的对象后按 Enter 键，即可分解图形并结束该命令。

利用分解命令将图 2-57 左图修改为图 2-57 右图。

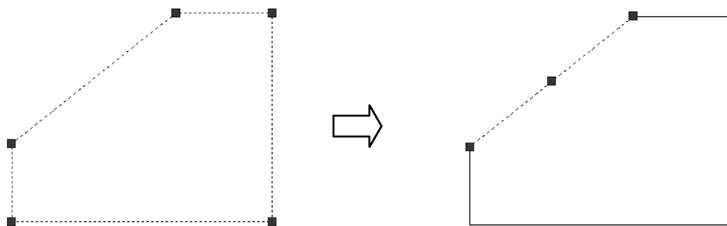


图 2-57 分解图形



操作步骤

选择“修改”/“分解”命令（EXPLODE），或者单击修改工具栏中的“分解”命令按钮 ，命令行提示如下：

命令：_explode

选择对象：找到 1 个 //选择多边形

选择对象： //按 Enter 键，

此时图形已分解为多个独立的对象，如单击多边形斜边，效果如图 2-57 右图所示。



2.2.16　打断对象

实例文件：example\Ch2\daduan.dwg

单击“修改”/“打断”命令（BREAK），或者单击修改工具栏中的“打断”命令按钮，可以从指定的点处将对象分成两部分，或删除对象上所指定两点之间的部分。

利用打断命令将图 2-58 左图修改为图 2-58 右图。

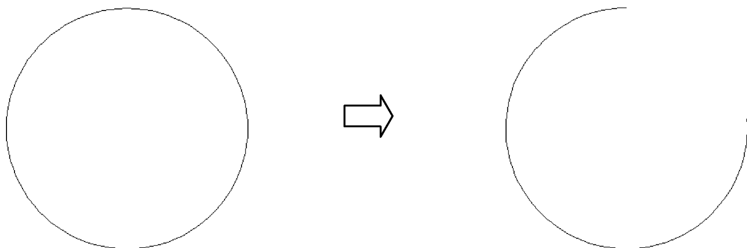


图 2-58　打断图形



操作步骤

单击“修改”/“打断”命令（BREAK），或者单击修改工具栏中的“打断”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_break
选择对象：　//捕捉如图 2-59 所示象限点作为截除线段的起点
指定第二个打断点或[第一点(F)]：　//捕捉如图 2-60 所示象限点作为截除线段的终点

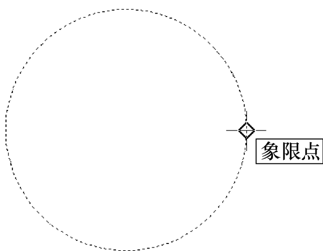


图 2-59　捕捉截除线段起点

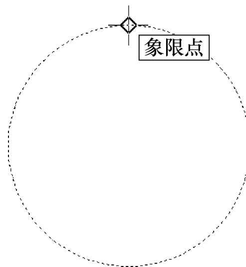


图 2-60　捕捉截除线段终点

2.2.17　打断于点

实例文件：example\Ch2\daduandian.dwg

单击修改工具栏中的“打断于点”命令按钮（或在“面板”选项板的“二维绘图”选项区域中单击“打断于点”按钮），可以将对象在一点处断开成两个对象，它是从“打断”命令中派生出来的。执行该命令时，需要选择要被打断的对象，然后指定打断点，即可从该点打断对象。

利用打断于点命令将图 2-61 左图修改为图 2-61 右图。

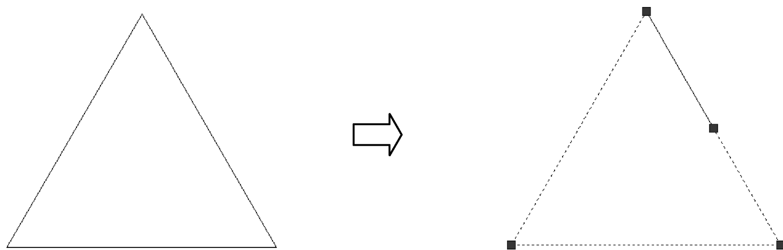


图 2-61　打断于点


操作步骤

1）单击修改工具栏中的“打断于点”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_break
选择对象： //选择三角形，如图 2-62 所示
指定第二个打断点或[第一点(F)]：_f
指定第一个打断点：_mid 于　//捕捉三角形右侧边中点，如图 2-63 所示
指定第二个打断点：@

2）单击三角形右边线条，效果如图 2-61 右图所示

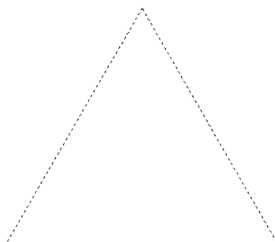


图 2-62　选择三角形

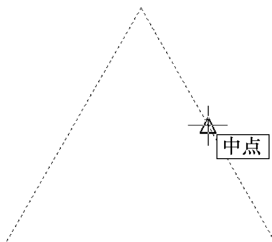


图 2-63　捕捉中点

2.2.18　倒角对象

实例文件：example\Ch2\daojiao.dwg

用于在两条直线之间创建倒角。

选择“修改”/“倒角”命令（CHAMFER），或者单击修改工具栏中的“倒角”命令按钮（或在“面板”选项板的“二维绘图”选项区域中单击“倒角”按钮），即可为对象绘制倒角。

利用倒角命令将图 2-64 左图修改为图 2-64 右图。


操作步骤

选择“修改”/“倒角”命令（CHAMFER），或者单击修改工具栏中的“倒角”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_chamfer
(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 40.0000，距离 2 = 60.0000
选择第一条直线或[放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]：D



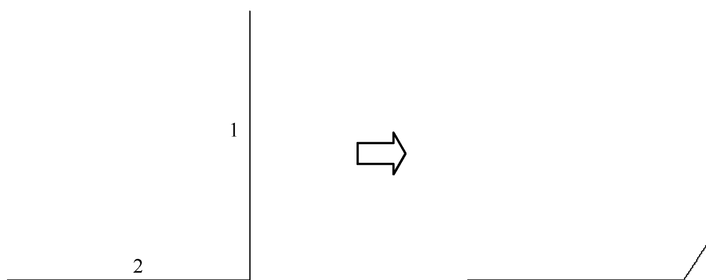


图2-64　倒角图形

指定第一个倒角距离<40.0000>：30　//指定第一个倒角距离
指定第二个倒角距离<30.0000>：20　//指定第二个倒角距离
选择第一条直线或[放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]：
//选择直线1
选择第二条直线,或按住 Shift 键选择要应用角点的直线：　//选择直线2

2.2.19　圆角对象

实例文件：example\Ch2\yuanjiao.dwg

用于为对象创建圆角。

选择“修改”/“圆角”命令（FILLET），或者单击修改工具栏中的“圆角”命令按钮（或在“面板”选项板的“二维绘图”选项区域中单击“圆角”按钮），即可对对象用圆弧修圆角。

利用圆角命令将图2-65左图修改为图2-65右图。

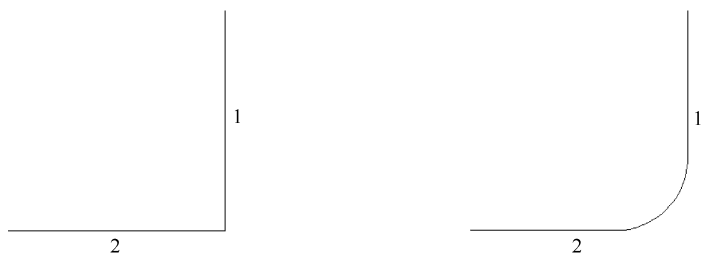


图2-65　圆角图形



操作步骤

选择“修改”/“圆角”命令（FILLET），或者单击修改工具栏中的“圆角”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_fillet
当前设置：模式=修剪,半径=0.0000
选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]：R　//执行“半径”选项
指定圆角半径<0.0000>：80　//指定圆角半径
选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]：　//选择直线1
选择第二个对象,或按住 Shift 键选择要应用角点的对象：　//选择直线2

2.2.20 合并对象

实例文件：example\Ch2\hebing.dwg

用于将单独的多个对象合并为一个对象，例如需要连接某一连续图形上的两个部分，或者将某段圆弧闭合为整圆。

可以选择“修改”/“合并”命令（JOIN），或者单击修改工具栏中的“合并”命令按钮（或在“面板”选项板的“二维绘图”选项区域中单击“合并”按钮）。

利用合并命令将图2-66左图修改为图2-66右图。

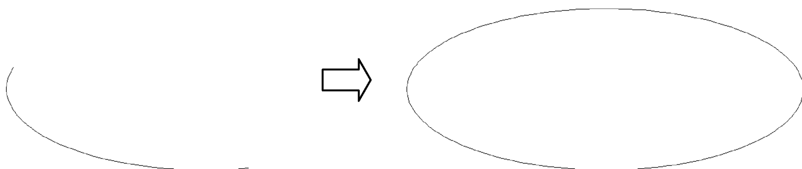


图2-66 合并图形

操作步骤

选择“修改”/“合并”命令（JOIN），或者单击修改工具栏中的“合并”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_join
选择源对象： //选择椭圆弧
选择椭圆弧,以合并到源或进行[闭合(L)]： 1 //执行“闭合”选项

2.3 电气示例

本节介绍两个电气元件设计实例，使读者熟悉 AutoCAD 2012 的基本操作，有助于读者对于电气设计有个初步认识。

2.3.1 绘制绝缘子

实例文件：example\Ch2\jueyuanzi.dwg
操作录像：视频\Ch2\jueyuanzi.avi

☞ 绝缘子是一种特殊的绝缘控件，能够在架空输电线路中起到重要作用。早年间绝缘子多用于电线杆，慢慢发展于高压电线连接塔的一端挂了很多盘状的绝缘体，它是为了增加爬电距离的，通常由玻璃或陶瓷制成，就叫绝缘子。绝缘子在架空输电线路中起着两个基本作用，即支撑导线和防止电流回地，这两个作用必须得到保证，绝缘子不应该由于环境和电负荷条件发生变化导致的各种机电应力而失效，否则绝缘子就不会产生重大的作用，就会损害整条线路的使用和运行寿命。

操作步骤

1）单击绘图工具栏中的“直线”命令按钮，绘制长度为180的水平直线。效果如图



2-67 所示。

2）单击绘图工具栏中的“圆弧”命令按钮，使用三点方式绘制起点在直线左端点，终点在直线右端点的圆弧。效果如图 2-68 所示。



图 2-67　绘制直线

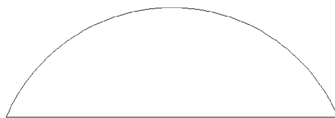


图 2-68　绘制圆弧

3）单击绘图工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制矩形 90 × 100。效果如图 2-69 所示。

4）单击修改工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形 90 × 100 以其下边中点为移动基点，图 2-70 所示直线中点为移动目标点移动。效果如图 2-71 所示。

5）单击修改工具栏中的“移动”命令拉钮，把矩形 90 × 110 向下垂直移动，移动距离 20。效果如图 2-72 所示。

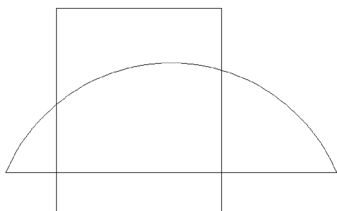


图 2-69　绘制矩形

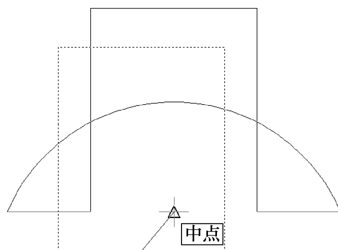


图 2-70　捕捉矩形

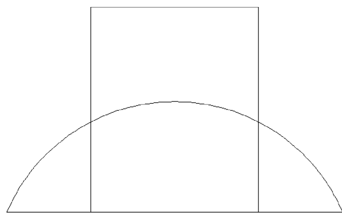


图 2-71　移动矩形

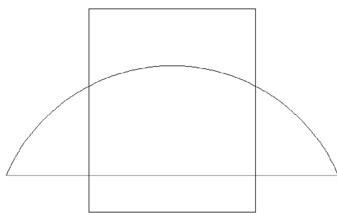


图 2-72　再次移动矩形

6）接下来编辑成形。单击绘图工具栏中的“面域”命令按钮，把所有的图形转变成两个面域。

7）单击实体编辑工具栏中的“并集”命令按钮，合并所有面域。效果如图 2-73 所示。捕捉端点，如图 2-74、图 2-75 所示。

8）单击绘图工具栏中的“直线”命令按钮，绘制两个端点的连线。效果如图 2-75 所示。

9）单击绘图工具栏中的“直线”命令按钮，绘制端点位置的连线。效果如图 2-76 所示。再次捕捉端点并绘制连线，如图 2-77、图 2-78 所示。

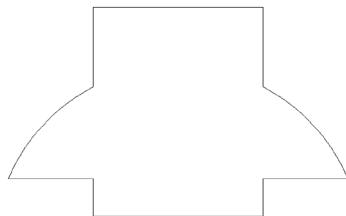


图 2-73　合并面域

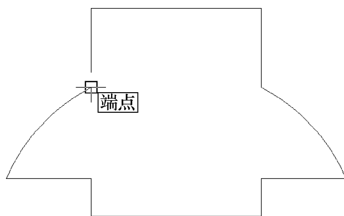


图 2-74　捕捉端点（一）

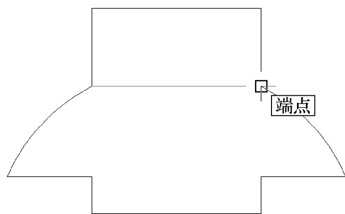


图 2-75　捕捉端点（二）

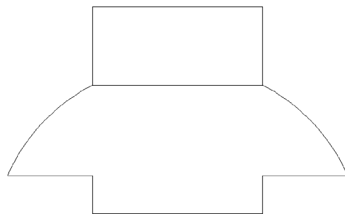


图 2-76　绘制连线

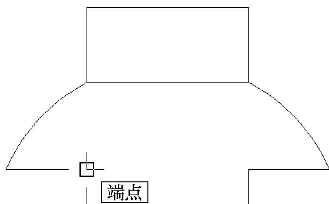


图 2-77　再次捕捉端点

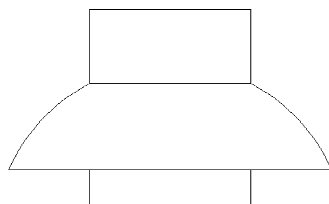


图 2-78　绘制连线

10）单击绘图工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 2-79 所示中点的矩形 20×(－100)。效果如图 2-80 所示。

11）最后绘制绝缘子的尾部。单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以矩形 20×(－100) 左边为对称轴，把矩形 20×(－100) 对称复制一份。效果如图 2-81 所示。

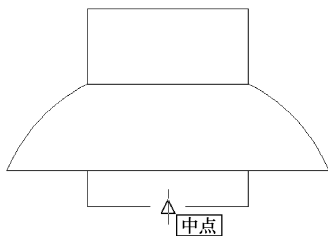


图 2-79　捕捉中点

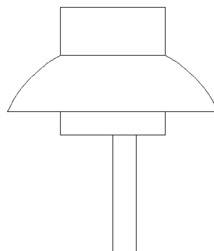


图 2-80　绘制矩形

12）单击绘图工具栏中的“面域”命令按钮，把两个矩形 20×(－100) 转变成两个面域。

13）单击实体编辑工具栏中的“并集”命令按钮，合并刚才转变的面域。效果如图 2-82 所示。



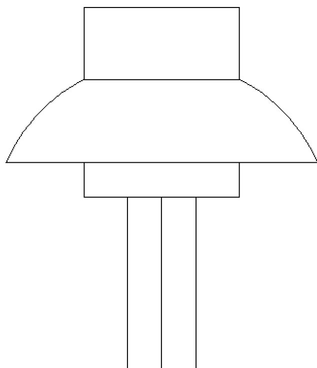


图2-81　对称复制矩形

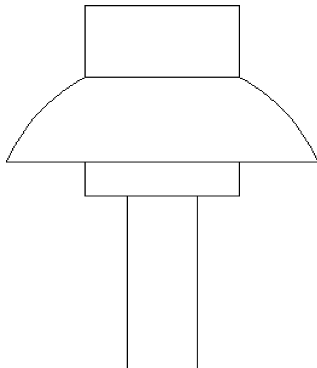


图2-82　合并面域

2.3.2　绘制电线杆组装图

实例文件：example\Ch2\dianxiangan.dwg
操作录像：视频\练习\Ch2\dianxiangan.avi

 把电线杆的绘制分成两部分，这里绘制的是基本图。



操作步骤

1）单击绘图工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在原点的150×3000的矩形。效果如图2-83所示。

2）单击绘图工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图2-84所示中点的1220×-50的矩形。效果如图2-85所示。

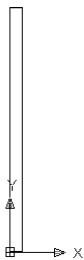


图2-83　绘制150×3000的矩形

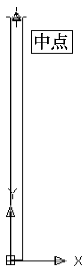


图2-84　捕捉中点

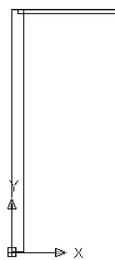


图2-85　绘制1220×－50的矩形

3）单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮，以通过如图2-84所示中点的垂直直线为对称轴，把对称复制一份。效果如图2-86所示。

4）单击修改工具栏的“移动”命令按钮，把两个1220×-50的矩形垂直向下移动，移动距离为300。效果如图2-87所示。

5）单击修改工具栏中的“复制”命令按钮，把两个1220×-50的矩形垂直向下复制1份。效果如图2-88所示。

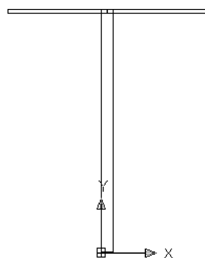


图 2-86　对称复制矩形

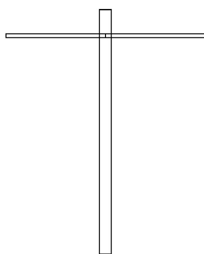


图 2-87　移动两个矩形

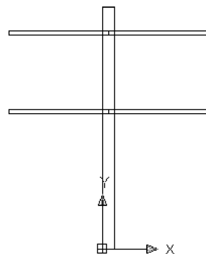


图 2-88　复制两个矩形

6）单击修改工具栏的“移动”命令按钮，把绝缘子图形以如图 2-89 所示中点为移动基准点，图 2-90 所示端点为移动目标点移动。效果如图 2-91 所示。

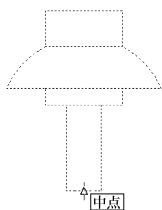


图 2-89　捕捉中点

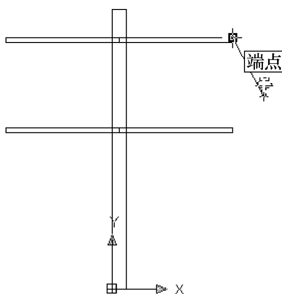


图 2-90　捕捉端点

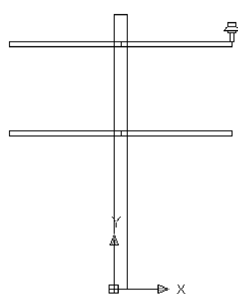


图 2-91　移动图形

7）单击修改工具栏的“移动”命令按钮，把绝缘子图形向左移动，移动距离为 40。效果如图 2-92 所示。

8）单击修改工具栏中的“复制”命令按钮，把绝缘子图形向左复制 1 份，复制距离为 910。效果如图 2-93 所示。

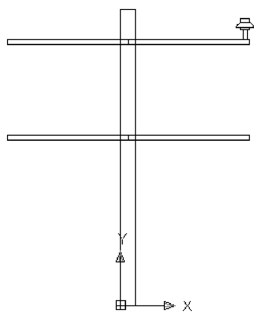


图 2-92　移动绝缘子图形

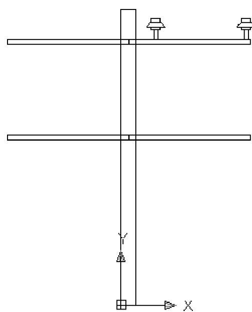


图 2-93　向左边复制绝缘子图形

9）单击修改工具栏中的“复制”命令按钮，以如图 2-94 所示端点为复制基准点，把两个绝缘子图形垂直向下复制到下边横栏上。效果如图 2-95 所示。

10）单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮，以通过如图 2-96 所示中点的垂直直线为对称轴，把两个绝缘子图形对称复制一份。效果如图 2-97 所示。



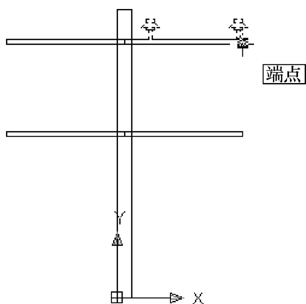


图2-94　捕捉端点

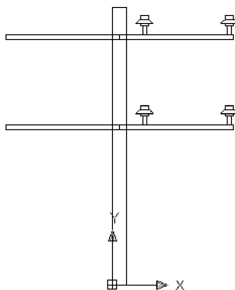


图2-95　向下复制绝缘子图形

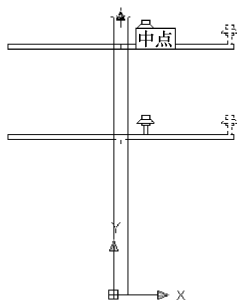


图2-96　捕捉中点

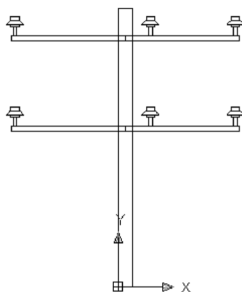


图2-97　对称复制图形

11）单击标准工具栏中的“窗口缩放”命令按钮，局部放大如图2-98所示的图形，预备下一步操作。

12）单击绘图工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图2-99所示中点的矩形。效果如图2-100所示。

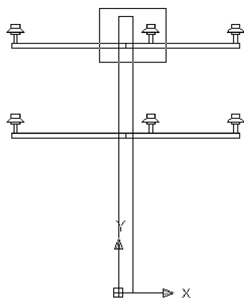


图2-98　框选图形

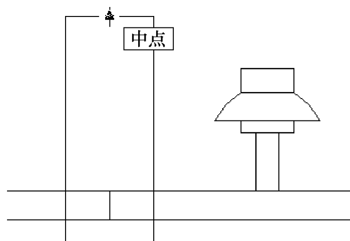


图2-99　捕捉中点

13）单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮，以85×10的矩形下边位对称轴，把该矩形对称复制一份。效果如图2-101所示。

14）单击修改工具栏中的“分解”命令按钮，把两个85×10的矩形下边分解成线条。

15）单击修改工具栏中的“删除”命令按钮，删除两个85×10的矩形的两边、中间的线条。效果如图2-102所示。

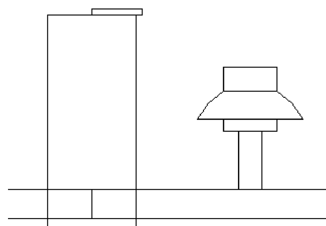


图 2-100　绘制 85×10 的矩形

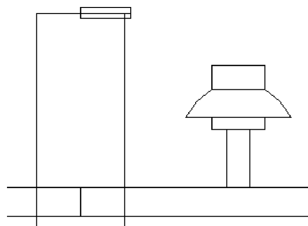


图 2-101　对称复制 85×10 的矩形

16）单击修改工具栏中的“圆角”命令按钮，然后单击图 2-103 中虚线和光标所示的两条平行线，创造半圆弧。效果如图 2-104 所示。

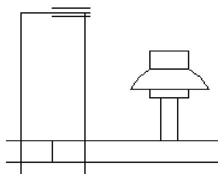


图 2-102　分解并删除矩形

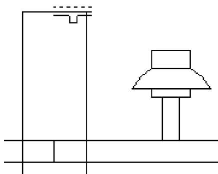


图 2-103　选择矩形

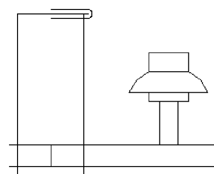


图 2-104　创建半圆弧

17）单击绘图工具栏的“圆”命令按钮，绘制圆心在如图 1-105 所示圆心的 $\varphi=10$ 的圆。效果如图 2-106 所示。

18）单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮，把半边螺旋套图形向左对称复制一份。效果如图 2-107 所示。

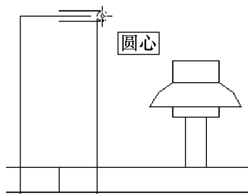


图 2-105　捕捉圆心

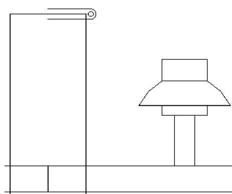


图 2-106　绘制圆

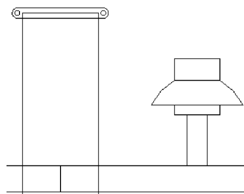


图 2-107　向左对称复制图形

19）单击修改工具栏的“移动”命令按钮，把螺旋套图形向下移动，移动距离为 325。效果如图 2-108 所示。

20）单击修改工具栏中的“复制”命令按钮，把螺旋套图形向下复制一份，复制距离为 970。效果如图 2-109 所示。

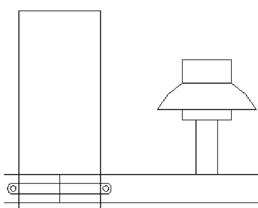


图 2-108　移动螺旋套图形

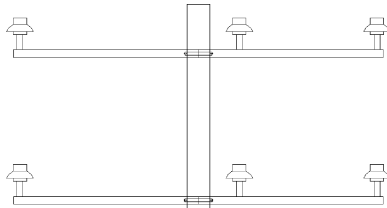
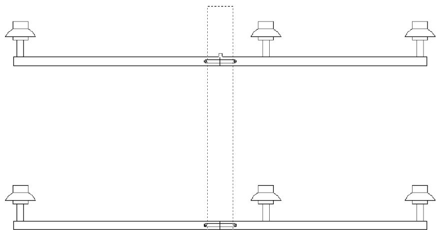
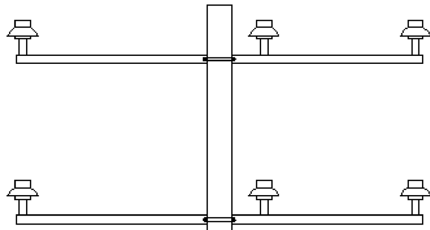


图 2-109　复制螺旋套图形



21）单击修改工具栏中的“修剪”命令按钮，以如图 2-110 虚线所示的矩形为修剪边，修剪掉光标所示的 4 段线头。效果如图 2-111 所示。


图 2-110　选择修剪边


图 2-111　修剪图形

22）单击绘图工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在如图 2-112 所示端点的 40 × 970 的矩形。效果如图 2-113 所示。

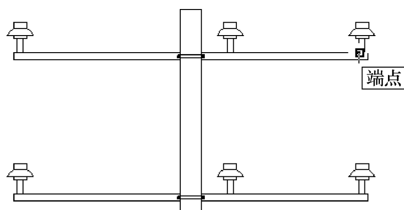
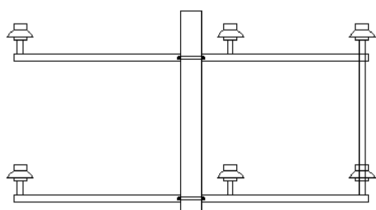
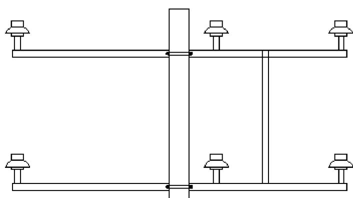


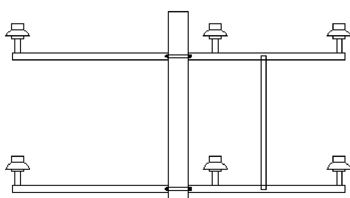
图 2-112　捕捉端点


图 2-113　绘制 40 × 970 的矩形

23）单击修改工具栏的“移动”命令按钮，把 40 × 970 的矩形向左边移动，移动距离为 610。效果如图 2-114 所示。

24）单击修改工具栏的“移动”命令按钮，把 40 × 970 的矩形向下边移动，移动距离为 25。效果如图 2-115 所示。


图 2-114　向左边移动 40 × 970 的矩形


图 2-115　向下边移动 40 × 970 的矩形

25）单击修改工具栏中的“修剪”命令按钮，以如图 2-116 虚线所示的矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两段线头。效果如图 2-117 所示。

26）单击修改工具栏中的“复制”命令按钮，把图 2-118 中光标所示的螺栓套向下复制 1 份，复制距离为 800。效果如图 2-119 所示。

27）单击标准工具栏中的“窗口缩放”命令按钮，局部放大如图 2-120 所示的图形，预备下一步操作。效果如图 2-121 所示。

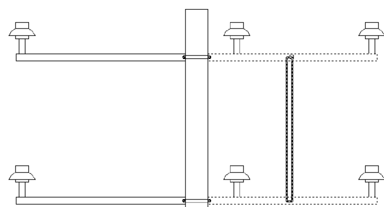


图 2-116　捕捉修剪边

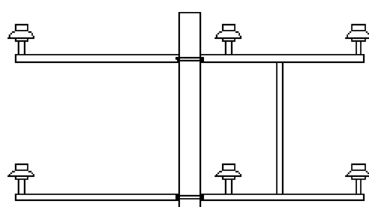


图 2-117　修剪 40×970 的矩形

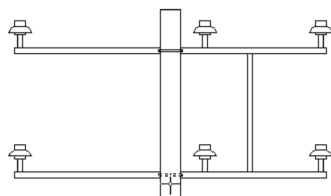


图 2-118　捕捉图形

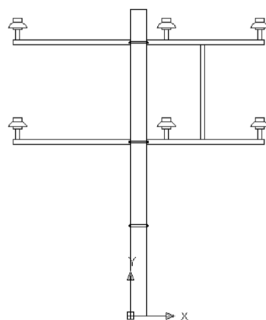


图 2-119　复制图形

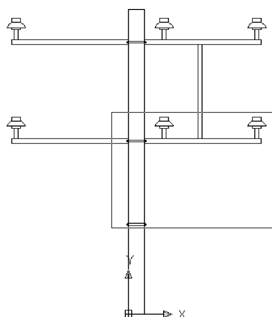


图 2-120　捕捉图形

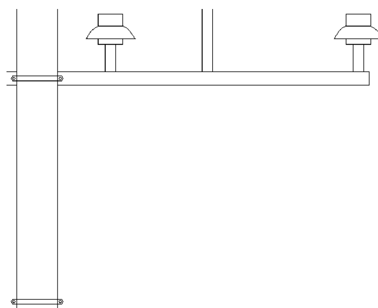


图 2-121　局部放大图形

28）单击修改工具栏中的“圆角”命令按钮，然后单击如图 2-122 中虚线和光标所示的两条平行线，创造半圆弧。效果如图 2-123 所示。

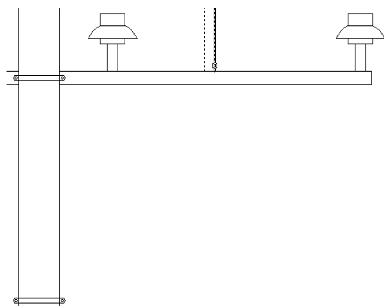


图 2-122　捕捉圆角边

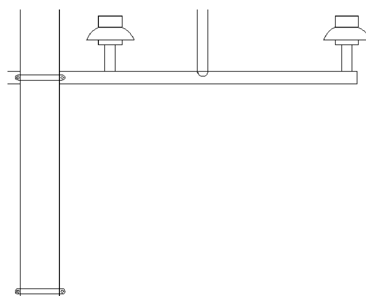


图 2-123　创造半圆弧



29）单击绘图工具栏中的“直线”命令按钮，绘制如图2-124和图2-125所示的两个圆心的连线。效果如图2-126所示。

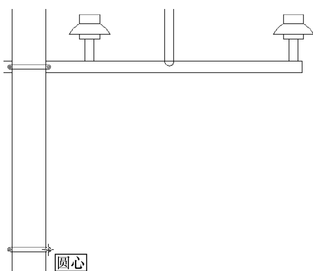


图2-124　捕捉起点

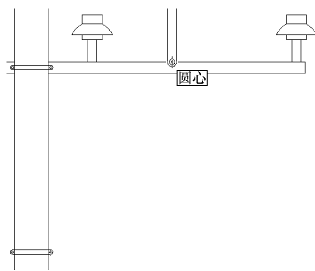


图2-125　捕捉中点

30）单击修改工具栏中的“偏移”命令按钮，把斜线向两边各偏移复制一份，复制距离为25。效果如图2-127所示。

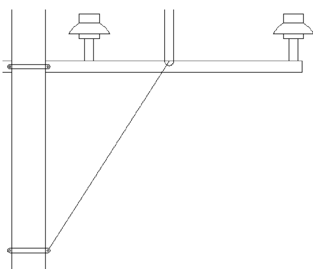


图2-126　绘制斜线

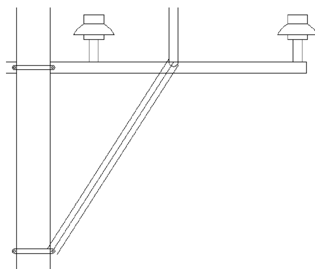


图2-127　偏移复制斜线

31）单击修改工具栏中的“删除”命令按钮，删除斜线和绘制的半圆弧。效果如图2-128所示。

32）单击修改工具栏中的“修剪”命令按钮，以如图2-129中的虚线为修剪边，修剪掉光标所示的三段线头。效果如图2-130所示。

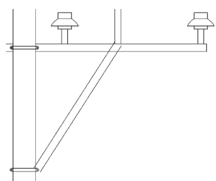


图2-128　删除图形

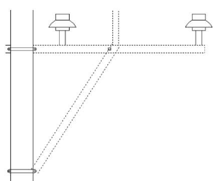


图2-129　捕捉修剪边

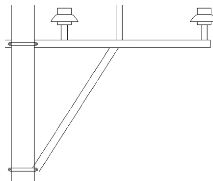


图2-130　创建半圆弧

33）单击修改工具栏中的“圆角”命令按钮，然后单击如图2-131中虚线和光标所示的两条平行线，创造半圆弧。效果如图2-132所示。

34）单击修改工具栏中的“修剪”命令按钮，以如图2-133中虚线所示的矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两段线头。效果如图2-134所示。

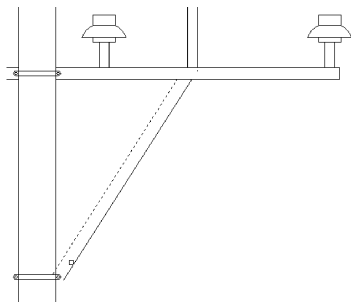


图 2-131　捕捉圆角边

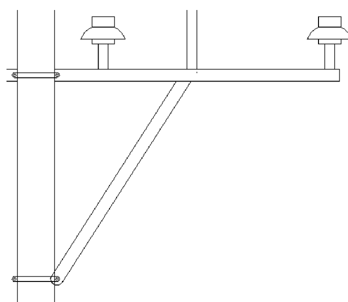


图 2-132　创建半圆弧

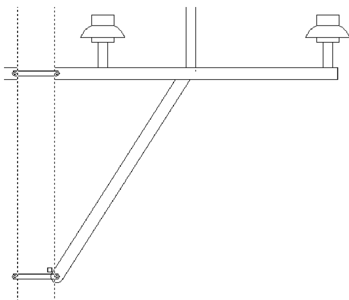


图 2-133　再次捕捉图形

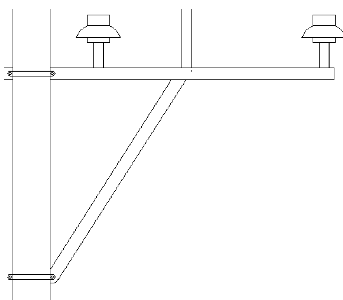


图 2-134　修剪图形

35）单击修改工具栏中的“镜像”命令按钮，以如图 2-135 中光标所示的通过电杆中点的垂直直线为对称轴，把右边虚线所示的图形对称复制一份。效果如图 2-136 所示。

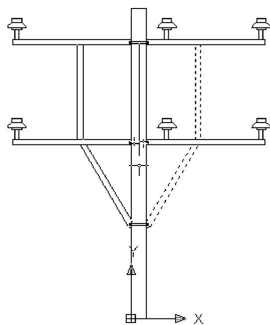


图 2-135　牵拉对称轴

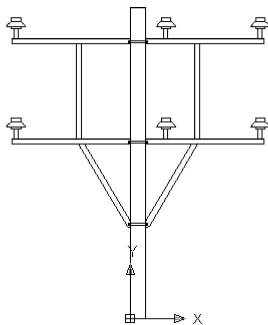


图 2-136　对称复制图形

☞ 用 AutoCAD 2012 绘制某一工程图时，一般可以用多种方法实现。例如，当绘制已有直线的平行线时，既可以用 COPY（复制）命令得到，也可以用 OFFSET（偏移）命令来实现，具体采用哪种方法取决于用户的绘图习惯、对 AutoCAD 2012 的熟练程度以及具体绘图要求。只有多练习，才能熟能生巧。



2.4　本章总结

本章介绍了 AutoCAD 2012 的二维图形绘制与编辑功能，其中包括绘制各种基本图形，如点对象、直线段、射线、圆、圆弧等；各种二维编辑操作，如移动、复制、旋转、偏移、镜像、阵列、拉伸、修剪、打断、倒角、创建圆角等；最后给出两个电气工程图形设计实例，以期达到进一步巩固并熟练掌握二维图形绘制与编辑的目的。

2.5　思考与练习

1. 思考题

1）在 AutoCAD 2012 中，点对象的创建方法有几种？

2）在 AutoCAD 2012 中，选择对象的常用方法有哪些？

2. 操作题

1）绘制如图 2-137 所示效果的图形。

2）绘制如图 2-138 所示的电缆接线盒符号。

3）绘制如图 2-139 所示的热继电器符号。

4）利用倒角命令将图 2-140 左图修改为图 2-140 右图。

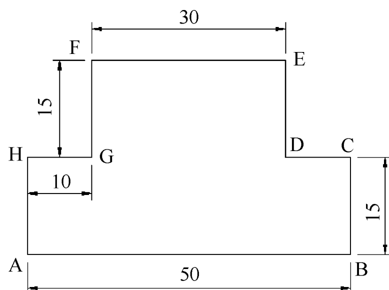


图 2-137　习题图 1

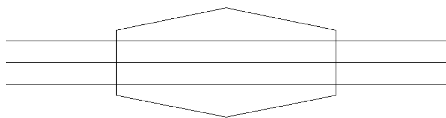


图 2-138　习题图 2

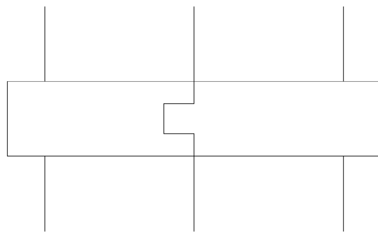


图 2-139　习题图 3

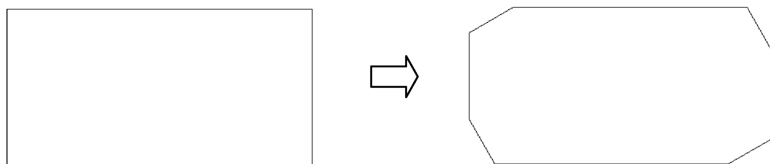


图 2-140　习题图 4

第 3 章　标注基础与样式设置

学习目标

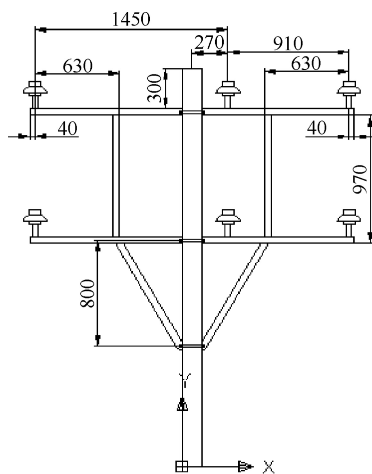


熟练掌握创建文字和表格功能

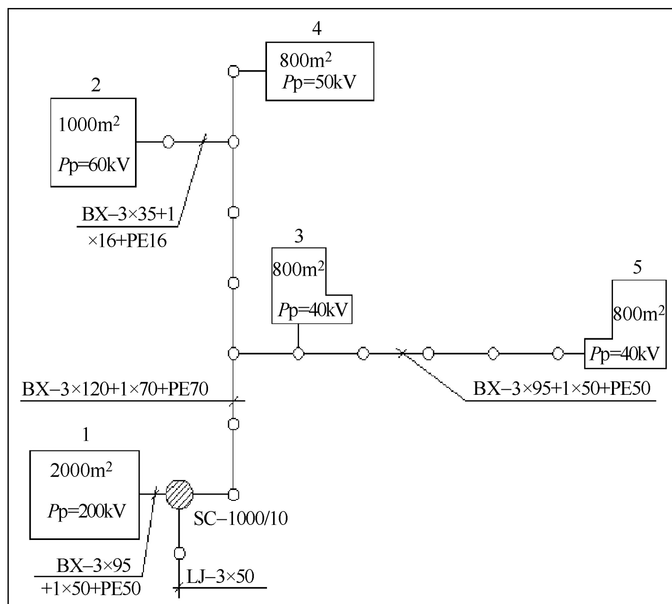
掌握标注样式管理器对话框的使用

掌握尺寸标注样式设置、基本类型标注

了解尺寸标注的规则和组成



绘制外电总平面图需要两部分。先绘制基本图，然后再对图形进行标注。其中基本图需要运用到圆、阵列、直线、文字等工具完成。



电线杆组装图标注，主要用到线性标注工具。设计者可以方便地为图形标注形位公差、可以编辑已标注的尺寸与公差。



3.1　尺寸标注样式

在 AutoCAD 2012 中，尺寸标注样式（简称标注样式）用于设置尺寸标注的具体格式，如尺寸文字采用的样式；尺寸线、尺寸界线以及尺寸箭头的标注设置等，建立强制执行的绘图标准，以满足不同行业或不同国家的尺寸标注要求，并有利于对标注格式及用途进行修改。

3.1.1　尺寸标注的规则

由于尺寸标注对传达有关设计元素的尺寸和材料等信息有着非常重要的作用，因此在对图形进行标注前，应先了解尺寸标注的组成、类型、规则及步骤等。

在 AutoCAD 2012 中，对绘制的图形进行尺寸标注时应遵循以下规则。

物体的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

图样中的尺寸以毫米为单位时，不需要标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称，如度、厘米及米等。

图样中所标注的尺寸为该图样所表示的物体的最后完工尺寸，否则应另加说明。

一般物体的每一尺寸只标注一次，并应标注在最后反映该结构最清晰的图形上。

3.1.2　尺寸标注的组成

在 AutoCAD 中，一个完整的尺寸标注一般由尺寸线、尺寸界线、标注文字（即尺寸数字）和尺寸箭头 4 部分组成，如图 3-1 所示。

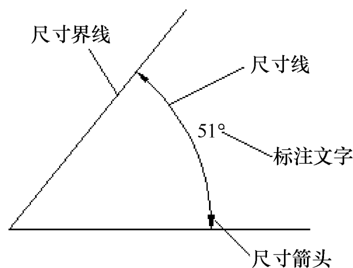


图 3-1　尺寸标注的组成



操作步骤

1）标注文字　是用于指示测量值的字符串。文字还可以包含前缀、后缀和公差。标注文字应按标准字体书写，同一图样上的字高要一致。在图中遇到图线时需将图线断开，如果图线断开影响图形表达，则需要调整尺寸标注的位置。在标注直径时，应在尺寸数字前加注符号“ϕ”；在标注半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”；在标注球面的直径或半径时，应在符号“ϕ”或符号“R”前加注符号“S”。

2）尺寸线　一般是一条线段，有时也可以是一条圆弧，用于指示标注的方向和范围。尺寸线用细实线绘制，不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。当有几条互相平行的尺寸线时，大尺寸要标注在小尺寸外面，避免尺寸线与尺寸界线相交。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时，尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心。

3）箭头　也称为终止符号，显示在尺寸线的两端。可以为箭头或标记指定不同的尺寸和形状。

4）尺寸界线　尺寸界线表明尺寸的界线，由图样中的轮廓线、轴线或对称中心引出。标注时，尺寸界线由 AutoCAD 从对象上自动延伸出来。

 这里的“箭头”是一个广义的概念，也可以用短划线、点或其他标记代替尺寸箭头。

3.1.3　尺寸标注的类型

标注是向图形中添加测量注释的过程，用户可以为各种对象沿各个方向创建标注。

AutoCAD 2012 提供了十余种标注工具以标注图形对象，分别位于“标注”菜单或“标注”工具栏中。使用它们可以进行角度、直径、半径、线性、对齐、连续、圆心及基线等标注。线性标注可以是水平、垂直、对齐、旋转、基线或连续（链式）。

 要简化图形组织和标注缩放，建议在布局上创建标注，而不要在模型空间中创建标注。

3.1.4　创建尺寸标注的基本步骤

在 AutoCAD 2012 中对图形进行尺寸标注的基本步骤如下：

 **操作步骤**

1）选择“格式”/“图层”命令，使用打开的“图层特性管理器”对话框创建一个独立的图层，用于尺寸标注。

2）选择“格式”/“文字样式”命令，使用打开的“文字样式“对话框创建一种文字样式，用于尺寸标注。

3）选择“格式”/“标注样式”命令，使用打开的“标注样式管理器”对话框，设置标注样式。

4）使用对象捕捉和标注等功能，对图形中的元素进行标注。

3.1.5　创建尺寸标注样式

要创建尺寸标注样式，选择“格式”/“标注样式”命令，打开“标注样式管理器”对话框，如图 3-2 所示。其中，“当前标注样式”标签显示出当前标注样式的名称。“样式”列表框用于列出已有标注样式的名称。“列出”下拉列表框确定要在“样式”列表框中列出哪些标注样式。“预览”图片框用于预览在“样式”列表框中所选中标注样式的标注效果。“说明”标签框用于显示在“样式”列表框中所选定标注样式的说明。“置为当前”按钮把指定的标注样式置为当前样式。“新建”按钮用于创建新标注样式。“修改”按钮则用于修改已有标注样式。“替代”按钮用于设置当前样式的替代样式。“比较”按钮用于对两个标注样式进行比较，或了解某一样式的全部特性。

下面介绍如何新建标注样式。在“标注样式管理器”对话框中单击“新建”按钮，AutoCAD 弹出如图 3-3 所示“创建标注样式”对话框。





图 3-2　“标注样式管理器”对话框



图 3-3　“创建新标注样式”对话框

可通过该对话框中的“新样式名”文本框指定新样式的名称；通过“基础样式”下拉列表框确定基础用来创建新样式的基础样式；通过“用于”下拉列表框，可确定新建标注样式的适用范围。下拉列表中有“所有标注”、“线性标注”、“角度标注”、“半径标注”、“直径标注”、“坐标标注”和“引线和公差”等选择项，分别用于使新样式适于对应的标注。确定新样式的名称和有关设置后，单击“继续”按钮，AutoCAD 弹出“新建标注样式”对话框。

对话框中有“线”、“符号和箭头”、“文字”、“调整”、“主单位”、“换算单位”和“公差”七个选项卡，下面分别给予介绍。

3.1.6　“线”选项卡

设置尺寸线和尺寸界线的格式与属性。前面给出的图为与“直线”选项卡对应的对话框。选项卡中，“尺寸线”选项组用于设置尺寸线的样式。“尺寸界线”选项组用于设置尺寸界线的样式。预览窗口可根据当前的样式设置显示出对应的标注效果示例。

1. 设置尺寸线

在“新建标注样式”对话框中，单击“线”选项卡，出现相应的选项卡如图 3-4 所示。对话框中的内容分为 3 个部分：“尺寸线”选项组、“尺寸界线”选项组和标注样式预览区域。在“尺寸线”选项区域中，可以设置尺寸线的颜色、线宽、超出标记以及基线间距等属性。各选项具体说明如下：

1）“颜色”下拉列表框：设置尺寸线的颜色。

2）“线型”下拉列表框：设置尺寸线的线型。

3）“线宽”下拉列表框：设置尺寸线的线宽。

4）“超出标记”微调按钮：指定当箭头使用倾斜、建筑标记、积分和无标记时尺寸线超过尺寸界线的距离。

5）“隐藏”复选框：用于隐藏“尺寸线 1”或“尺寸线 2”和箭头。隐藏“尺寸线 1”的前后情况如图 3-5 所示。

6）“基线间距”微调按钮：设置基线标注的尺寸线之间的距离。



图 3-4 “线”选项卡

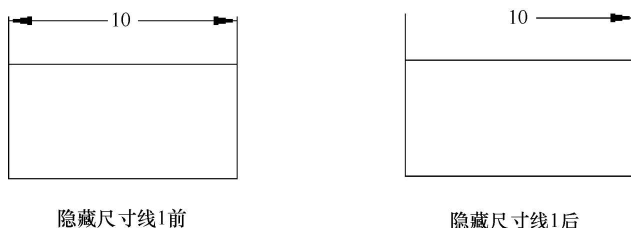


图 3-5 隐藏尺寸线 1 前后

2. 设置尺寸界线

在“尺寸界线”选项区域中，可以设置尺寸界线的颜色、线宽、超出尺寸线的长度和起点偏移量、隐藏控制等属性，各选项具体说明如下：


操作步骤

1）“颜色”下拉列表框：设置尺寸线的颜色。

2）“尺寸界线 1 的线型”和“尺寸界线 2 的线型”下拉列表框：设置“尺寸界线 1”和“尺寸界线 2”的线型。

3）“线宽”下拉列表框：设置尺寸线的线宽。

4）“超出尺寸线”微调按钮：定义尺寸界线超出尺寸线的长度。

5）“起点偏移量”微调按钮：设置自图形中定义标注的点到尺寸界线的偏移距离。

6）“隐藏”复选框：通过选择“尺寸界线 1”或“尺寸界线 2”复选框，可以隐藏尺寸界线，效果如图 3-6 所示。

“固定长度的尺寸界线”复选框：选中该复选框时，可以使用具有特定长度的尺界线标



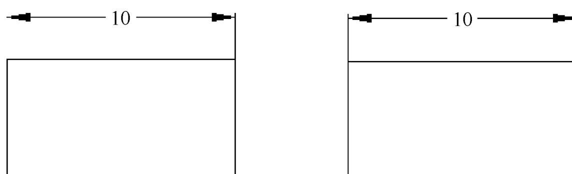


图 3-6　隐藏尺寸界线效果

注图形，其中在“长度”文本框中可以输入尺寸界线的数值。

3.1.7　“符号和箭头”选项卡

在“新建标注样式”对话框中，使用“符号和箭头”选项卡可以设置箭头、圆心标记、弧长符号和半径标注折弯的格式与位置，对应的选项卡如图 3-7 所示。



图 3-7　“符号和箭头”选项卡

“符号和箭头”选项卡中，“箭头”选项组用于确定尺寸线两端的箭头样式。“圆心标记”选项组用于确定当对圆或圆弧执行标注圆心标记操作时，圆心标记的类型与大小。“弧长符号”选项组用于为圆弧标注长度尺寸时的设置。“半径标注折弯”选项设置通常用于标注尺寸的圆弧的中心点位于较远位置时。

3.1.8　“文字”选项卡

“文字”选项卡用于设置尺寸文字的外观、位置以及对齐方式等，对应的选项卡如图 3-8 所示。

“文字”选项卡中，“文字外观”选项组用于设置尺寸文字的样式等。“文字位置”选

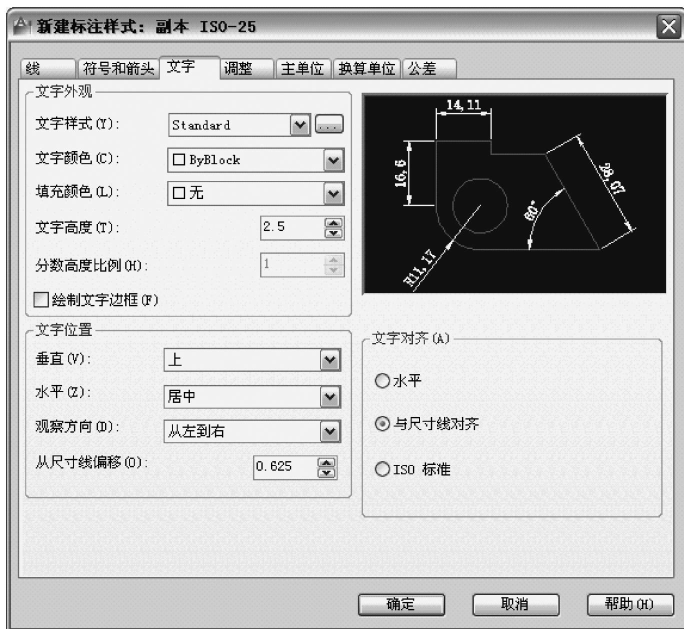


图 3-8 “文字”选项卡

项组用于设置尺寸文字的位置。“文字对齐”选项组则用于确定尺寸文字的对齐方式。

3.1.9 “调整”选项卡

此选项卡用于控制尺寸文字、尺寸线以及尺寸箭头等的位置和其他一些特征。对应的选项卡如图 3-9 所示。



图 3-9 “调整”选项卡



“调整”选项卡中，“调整选项”选项组确定当尺寸界线之间没有足够的空间同时放置尺寸文字和箭头时，应首先从尺寸界线之间移出尺寸文字和箭头的哪一部分，用户可通过该选项组中的各单选按钮进行选择。“文字位置”选项组确定当尺寸文字不在默认位置时，应将其放在何处。“标注特征比例”选项组用于设置所标注尺寸的缩放关系。“优化”选项组用于设置标注尺寸时是否进行附加调整。

3.1.10 “主单位”选项卡

此选项卡用于设置主单位的格式、精度以及尺寸文字的前缀和后缀。对应的选项卡如图3-10所示。



图3-10　“主单位”选项卡

“主单位”选项卡中，“线性标注”选项组用于设置线性标注的格式与精度。“角度标注”选项组确定标注角度尺寸时的单位、精度以及消零否。

3.1.11 “换算单位”选项卡

“换算单位”选项卡用于确定是否使用换算单位以及换算单位的格式，对应的选项卡如图3-11所示。

“替换单位”选项卡中，“显示换算单位”复选框用于确定是否在标注的尺寸中显示换算单位。“换算单位”选项组确定换算单位的单位格式、精度等设置。“消零”选项组确定是否消除换算单位的前导或后续零。“位置”选项组则用于确定换算单位的位置，用户可在“主值后”与“主值下”之间选择。



图 3-11 “换算单位”选项卡

3.1.12 “公差”选项卡

“公差”选项卡中，“公差格式”选项组用于确定公差的标注格式。“换算单位公差”选项组确定当标注换算单位时换算单位公差的精度与消零否。对应的选项卡如图 3-12 所示。



图 3-12 “公差”选项卡



利用“新建标注样式”对话框设置样式后，单击对话框中的“确定”按钮，完成样式的设置，AutoCAD 返回到“标注样式管理器”对话框，单击对话框中的“关闭”按钮关闭对话框，完成尺寸标注样式的设置。

3.2　标注基本类型

在 AutoCAD 2012 中，尺寸标注分为线性标注、对齐标注、半径标注、直径标注、弧长标注、折弯标注、角度标注、引线标注、基线标注、连续标注等多种类型。

3.2.1　线性标注

实例文件：example\Ch3\xianxingbiaozhu.dwg
操作录像：视频\练习\Ch3\xianxingbiaozhu.avi

线性标注指标注图形对象在水平方向、垂直方向或指定方向的尺寸，又分为水平标注、垂直标注和旋转标注 3 种类型。水平标注用于标注对象在水平方向的尺寸，即尺寸线沿水平方向放置；垂直标注用于标注对象在垂直方向的尺寸，即尺寸线沿垂直方向放置；旋转标注则标注对象沿指定方向的尺寸。

选择“标注”/“线性”命令（DIMLINEAR），或在“标注”工具栏中单击“线性”命令按钮⊢⊣，可创建用于标注用户坐标系 *X*、*Y* 平面中的两个点之间的距离测量值，并通过指定点或选择一个对象来实现。

对图 3-13 左图进行线性标注得到图 3-13 右图。

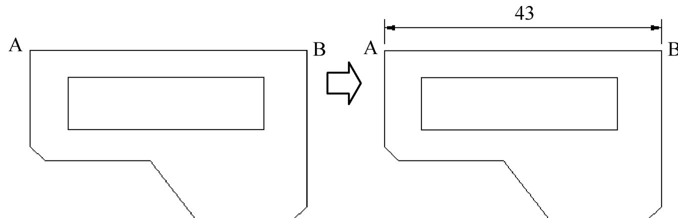


图 3-13　线性标注



操作步骤

选择“标注”/“线性”命令（DIMLINEAR），或在标注工具栏中单击“线性”命令按钮⊢⊣，命令行提示如下：

```
命令：_dimlinear
指定第一条尺寸界线原点或<选择对象>： //捕捉第一条尺寸界线起始点　A
指定第二条尺寸界线原点： //捕捉第一条尺寸界线起始点 B
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]:
//移动光标指定标注文字位置,按 Enter 键
```

3.2.2　对齐标注

实例文件：example\Ch3\duiqibiaozhu.dwg
操作录像：视频\练习\Ch3\duiqibiaozhu.avi

选择“标注”/“对齐”命令（DIMALIGNED），或在标注工具栏中单击“对齐”命令按

钮，可以对对象进行对齐标注。

对图 3-14 左图进行线对齐标注得到图 3-14 右图。

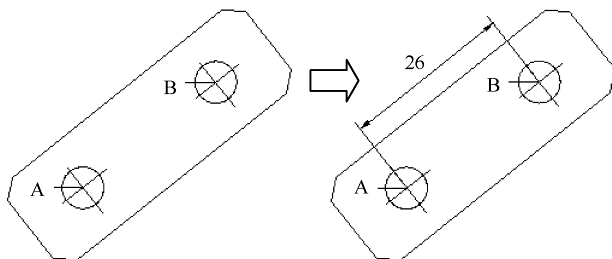


图 3-14　对齐标注

操作步骤

选择“标注”/“对齐”命令（DIMALIGNED），或在标注工具栏中单击“对齐”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimaligned

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>： //捕捉交点 A

指定第二条尺寸界线原点： //捕捉交点 B

指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：

//移动光标指定标注文字位置

3.2.3　弧长标注

实例文件：example\Ch3\huchangbiaozhu .dwg

操作录像：视频\练习\Ch3\huchangbiaozhu. avi

选择“标注”/“弧长”命令（DIMARC），或在标注工具栏中单击“弧长”命令按钮，可以标注圆弧线段或多段线圆弧线段部分的弧长。

对图 3-15 左图进行弧长标注得到图 3-15 右图。

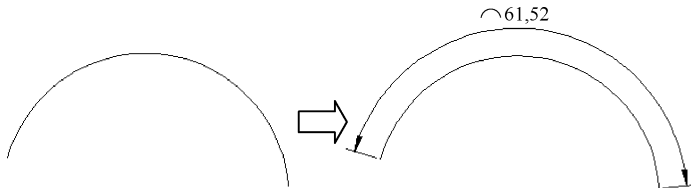


图 3-15　弧长标注

操作步骤

选择“标注”/“弧长”命令（DIMARC），或在“标注”工具栏中单击“弧长”命令按钮，可以标注圆弧线段或多段线圆弧线段部分的弧长，命令行提示如下：

命令：_dimarc

选择弧线段或多段线弧线段： //选择弧线段



指定弧长标注位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/部分(P)/引线(L)]:
//移动光标指定标注文字位置

3.2.4　基线标注

实例文件：example\ Ch3\ jixianbiaozhu.dwg

选择"标注"/"基线"命令（DIMBASELINE），或在标注工具栏中单击"基线"命令按钮，可以创建一系列由相同的标注原点测量出来的标注。

对图3-16左图进行线性标注和基线标注得到图3-16右图。

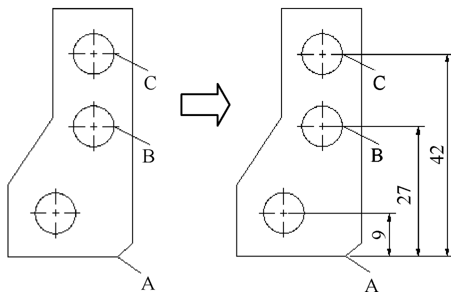


图3-16　线性标注和基线标注



操作步骤

1）线性标注。选择"标注"/"线性"命令（DIMLINEAR），或在标注工具栏中单击"线性"命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimlinear
指定第一条尺寸界线原点或<选择对象>:
指定第二条尺寸界线原点:
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]:

2）基线标注。选择"标注"/"基线"命令（DIMBASELINE），或在标注工具栏中单击"基线"命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimbaseline
指定第二条尺寸界线原点或[放弃(U)/选择(S)]<选择>:
标注文字=27
指定第二条尺寸界线原点或[放弃(U)/选择(S)]<选择>:
标注文字=42
指定第二条尺寸界线原点或[放弃(U)/选择(S)]<选择>:

3.2.5　连续标注

实例文件：example\ Ch3\ lianxubiaozhu.dwg

选择"标注"/"连续"命令（DIMCONTINUE），或在标注工具栏中单击"连续"命令按钮，可以创建一系列端对端放置的标注，每个连续标注都从前一个标注的第二个尺寸界线处开始。

对图3-17左图进行连续标注得到图3-17右图。

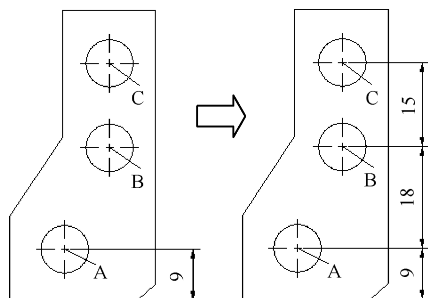


图 3-17　连续标注



操作步骤

选择“标注”/“连续”命令（DIMCONTINUE），或在标注工具栏中单击“连续”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimcontinue

//系统以最后一次创建的尺寸标注的终点 A 为基点

指定第二条尺寸界线原点或[放弃(U)/选择(S)]<选择>：//捕捉 B 点

标注文字 =18

指定第二条尺寸界线原点或[放弃(U)/选择(S)]<选择>：//捕捉 C 点

标注文字 =15

指定第二条尺寸界线原点或[放弃(U)/选择(S)]<选择>：//按 Enter 键

3.2.6　半径标注

实例文件：example\ Ch3\ banjingbiaozhu.dwg

选择“标注”/“半径”命令（DIMRADIUS），或在标注工具栏中单击“半径”命令按钮，可以标注圆和圆弧的半径。执行该命令，并选择要标注半径的圆弧或圆，此时命令行提示如下信息：

指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：

当指定了尺寸线的位置后，系统将按实际测量值标注出圆或圆弧的半径。也可以利用“多行文字(M)”、“文字(T)”或“角度(A)”选项，确定尺寸文字或尺寸文字的旋转角度。其中，当通过“多行文字(M)”和“文字(T)”选项重新确定尺寸文字时，只有给输入的尺寸文字加前缀 R，才能使标出的半径尺寸有半径符号 R，否则没有该符号。

对图 3-18 左图进行半径标注得到图 3-18 右图。

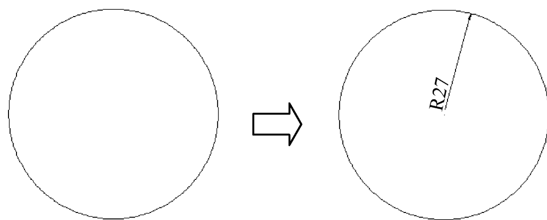


图 3-18　半径标注



操作步骤

选择“标注”/“半径”命令（DIMRADIUS），或在标注工具栏中单击“半径”命令按钮，命令行提示如下：



命令：_dimradius
选择圆弧或圆：　//选择要标注的圆
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：
//移动光标指定标注文字位置

3.2.7　折弯标注

实例文件：example\ Ch3\ zhewanbiaozhu.dwg

选择“标注”/“折弯”命令（DIMJOGGED），或在标注工具栏中单击“折弯”命令按钮，可以折弯标注圆和圆弧的半径。该标注方式与半径标注方法基本相同，但需要指定一个位置代替圆或圆弧的圆心。

对图 3-19 左图进行折弯标注得到图 3-19 右图。

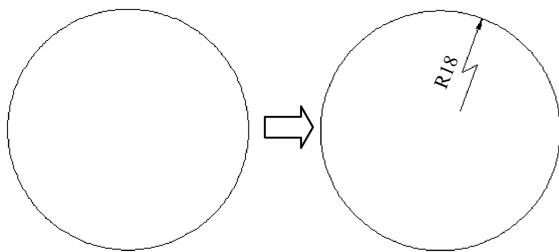


图 3-19　折弯标注



操作步骤

选择“标注”/“折弯”命令（DIMJOGGED），或在标注工具栏中单击“折弯”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimjogged
选择圆弧或圆：　//选择圆
指定图示中心位置：　//单击圆内任意位置
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：　//单击圆内任意位置
指定折弯位置：　//指定折弯位置

3.2.8　直径标注

实例文件：example\ Ch3\ zhijingbiaozhu.dwg

选择“标注”/“直径”命令（DIMDIAMETER），或在标注工具栏中单击“直径标注”命令按钮，可以标注圆和圆弧的直径。

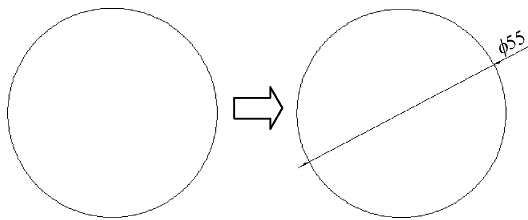


图 3-20　直径标注

直径标注的方法与半径标注的方法相同，当选择了需要标注直径的圆或圆弧后，直接确定尺寸线的位置，系统将按实际测量值标注出圆或圆弧的直径。并且，当通过“多行文字（M）”和“文字（T）”选项重新确定尺寸文字时，需要在尺寸文字前加前缀%%C，才能使标出的直径尺寸有直径符号 ϕ。

对图 3-20 左图进行直径标注得到图 3-20 右图。

 **操作步骤**

选择“标注”/“直径”命令（DIMDIAMETER），或在标注工具栏中单击“直径标注”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimdiameter

选择圆弧或圆：//选择圆

指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]：

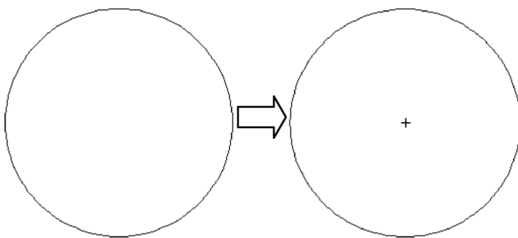
//移动光标指定标注文字位置

3.2.9 圆心标记

实例文件：example\ Ch3\ yuanxinbiaoji.dwg

选择“标注”/“圆心标记”命令（DIMCENTER），或在标注工具栏中单击“圆心标记”命令按钮，即可标注圆和圆弧的圆心。此时只需要选择待标注其圆心的圆弧或圆即可。

圆心标记的形式可以由系统变量 DIMCEN 设置。当该变量的值大于 0 时，作圆心标记，且该值是圆心标记线长度的一半；当变量的值小于 0 时，画出中心线，且该值是圆心处小十字线长度的一半。


图 3-21 圆心标记

对图 3-21 左图进行圆心标记得到图 3-21 右图。

 **操作步骤**

选择“标注”/“圆心标记”命令（DIMCENTER），或在标注工具栏中单击“圆心标记”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimcenter

选择圆弧或圆：//选择圆

3.2.10 角度标注

实例文件：example\ Ch3\ jiaodubiaozhu.dwg

选择“标注”/“角度”命令（DIMANGULAR），或在标注工具栏中单击“角度”命令按钮，就可以测量圆和圆弧的角度、两条直线间的角度，或者三点间的角度。

对图 3-22 左图进行角度标注得到图 3-22 右图。

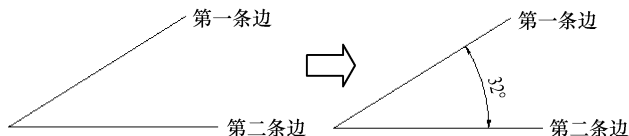


图 3-22 角度标注

 **操作步骤**

选择“标注”/“角度”命令（DIMANGULAR），或在标注工具栏中单击“角度”命令按钮，命令行提示如下：



命令：_dimangular
选择圆弧、圆、直线或<指定顶点>： //选择第一条边
选择第二条直线： //选择第二条边
指定标注弧线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/象限点(Q)]：
//移动光标将尺寸线放置在适当位置

3.2.11 引线标注

实例文件：example\ Ch3\ yinxianbiaozhu.dwg

选择“标注”/“多重引线”命令（MLEADER），或在标注工具栏中单击“多重引线”命令按钮，都可以创建引线和注释，并且可以设置引线和注释的样式。

对图3-23左图进行引线标注得到图3-23右图。

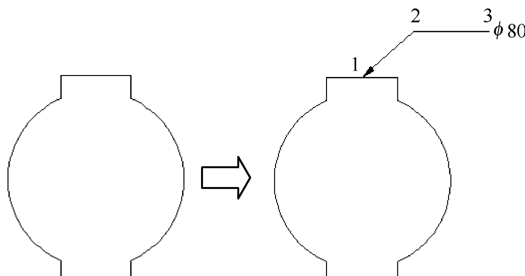


图3-23 引线标注



操作步骤

选择“标注”/“多重引线”命令（MLEADER），或在标注工具栏中单击“多重引线”命令按钮，命令行提示如下：

命令：QLEADER
指定第一个引线点或[设置(S)]<设置>： //指定点1
指定下一点： //指定点2
指定下一点： //指定点3
指定文字宽度<0.0000>：15
输入注释文字的第一行<多行文字(M)>：%%C80

3.2.12 坐标标注

实例文件：example\ Ch3\ zuobiaobiaozhu.dwg

选择“标注”/“坐标”命令（DIMORDINATE），或在标注工具栏中单击“坐标”命令按钮，都可以标注相对于用户坐标原点的坐标，此时命令行提示如下信息：

指定点坐标：

在该提示下确定要标注坐标尺寸的点，而后系统将显示“指定引线端点或［X基准（X）/Y基准（Y）/多行文字（M）/文字（T）/角度（A）]：”提示。默认情况下，指定引线的端点位置后，系统将在该点标注出指定点坐标。

对图3-24左图进行坐标标注得到图3-24右图。

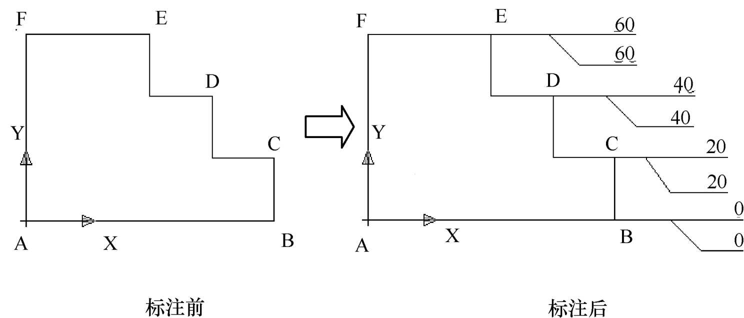


图 3-24　坐标标注



操作步骤

1）选择“工具”/“新建 UCS”/“原点”命令，将用户坐标设置在 A 点。

2）选择“标注”/“坐标”命令（DIMORDINATE），或在标注工具栏中单击“坐标”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimordinate

指定点坐标： //捕捉 B 点

指定引线端点或[X 基准(X)/Y 基准(Y)/多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]:

//通过拖动鼠标分别创建 B 点的 X 坐标标注和 Y 坐标标注

重复以上操作，创建其他各点的坐标标注

3.2.13　快速标注

实例文件：example\ Ch3\ kuaisubiaozhu.dwg

选择“标注”/“快速标注”命令，或在标注工具栏中单击“快速标注”命令按钮，都可以快速创建成组的基线、连续、阶梯和坐标标注，快速标注多个圆、圆弧，以及编辑现有标注的布局。

执行“快速标注”命令，并选择需要标注尺寸的各图形对象后，命令行提示如下：

指定尺寸线位置或［连续（C）/并列（S）/基线（B）/坐标（O）/半径（R）/直径（D）/基准点（P）/编辑（E）/设置（T）］<连续>：

由此可见，使用该命令可以进行“连续（C）”、“并列（S）”、“基线（B）、“坐标（O）”、“半径（R）”及“直径（D）”等一系列标注。

对图 3-25 左图进行快速尺寸标注得到图 3-25 右图。

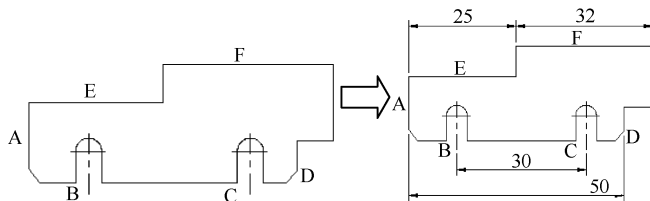


图 3-25　快速标注





操作步骤

1）选择“标注”/“快速标注”命令，或在标注工具栏中单击“快速标注”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_qdim

关联标注优先级 = 端点

选择要标注的几何图形：找到 1 个　//选择直线 A

选择要标注的几何图形：找到 1 个，总计 2 个　//选择直线 B

选择要标注的几何图形：找到 1 个，总计 3 个　//选择直线 C

选择要标注的几何图形：指定对角点：找到 1 个，总计 4 个　//选择直线 D

选择要标注的几何图形：　//按 Enter 键

指定尺寸线位置或[连续(C)/并列(S)/基线(B)/坐标(O)/半径(R)/直径(D)/基准点(P)/编辑(E)/设置(T)]<并列>：S　//创建层叠尺寸

指定尺寸线位置或[连续(C)/并列(S)/基线(B)/坐标(O)/半径(R)/直径(D)/基准点(P)/编辑(E)/设置(T)]<并列>：　//移动光标指定标注文字位置

2）选择“标注”/“快速标注”命令，或在标注工具栏中单击“快速标注”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_qdim

关联标注优先级 = 端点

选择要标注的几何图形：找到 1 个　//选择直线 E

选择要标注的几何图形：找到 1 个，总计 2 个　//选择直线 F

选择要标注的几何图形：　//按 Enter 键

指定尺寸线位置或[连续(C)/并列(S)/基线(B)/坐标(O)/半径(R)/直径(D)/基准点(P)/编辑(E)/设置(T)]<并列>：C　//创建连续尺寸

指定尺寸线位置或[连续(C)/并列(S)/基线(B)/坐标(O)/半径(R)/直径(D)/基准点(P)/编辑(E)/设置(T)]<连续>：　//移动光标指定标注文字位置

3.2.14　形位公差标注

实例文件：example\ Ch3\ gongchabiaozhu.dwg

形位公差在机械图形中极为重要。一方面，如果形位公差不能完全控制，装配件就不能正确装配；另一方面，过度吻合的形位公差又会由于额外的制造费用而造成浪费。但在大多数的建筑图形中，形位公差几乎不存在。

选择“标注”/“公差”命令，或在标注工具栏中单击“公差”命令按钮，打开“形位公差”对话框，可以设置公差的符号、值及基准等参数。

对图 3-26 左图进行形位公差标注得到图 3-26 右图。

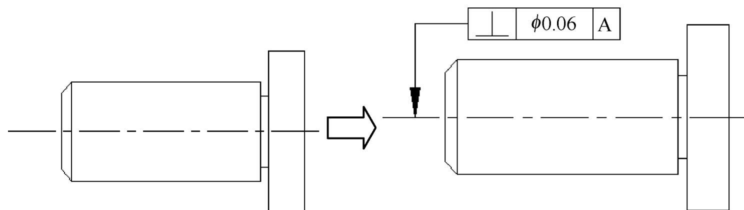


图 3-26　形位公差标注



操作步骤

1）选择“标注”/“多重引线”命令（_mleader），绘制公差指引，如图 3-27 所示。

2）用 AutoCAD 打开“形位公差”对话框，参数设置如图 3-28 所示。

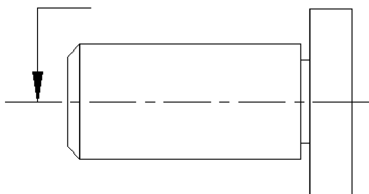


图 3-27　引线设置

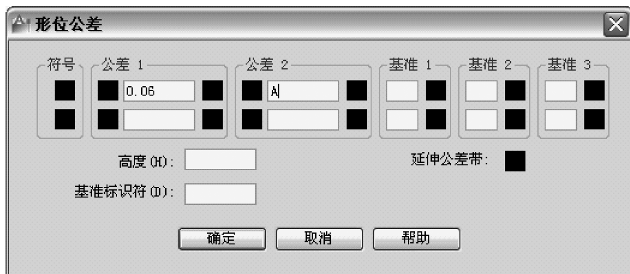


图 3-28　“形位公差”对话框

3）单击“确定”按钮。

4）移动鼠标至合适的位置单击放置形位公差。

3.3　编辑尺寸标注

在 AutoCAD 2012 中，可以对已标注对象的文字、位置及样式等内容进行修改，而不必删除所标注的尺寸对象再重新进行标注。

1. 编辑标注

实例文件：example\ Ch3\ bianjibiaozhu.dwg

单击标注工具栏中的“编辑标注”命令按钮，即可编辑已有标注的标注文字内容和放置位置。

对图 3-29 左图进行编辑标注得到图 3-29 右图。

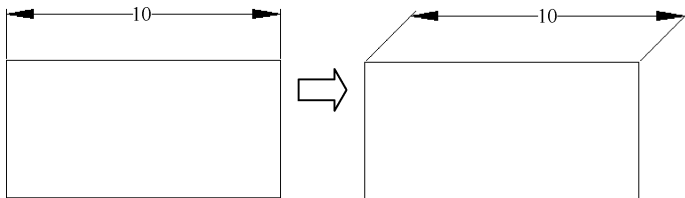


图 3-29　编辑标注



操作步骤

单击标注工具栏中的“编辑标注”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimedit

输入标注编辑类型[默认(H)/新建(N)/旋转(R)/倾斜(O)]<默认>：O

选择对象：找到 1 个　//选择标注

输入倾斜角度(按 ENTER 表示无)：45　//输入倾斜角度



2. 编辑标注文字的位置

实例文件：example\ Ch3\ wenzi.dwg

选择“标注”/“对齐文字”子菜单中的命令，或在标注工具栏中单击“编辑标注文字”命令按钮，都可以修改尺寸的文字位置。选择需要修改的尺寸对象后，命令行提示如下：

指定标注文字的新位置或［左（L）/右（R）/中心（C）/默认（H）/角度（A）］：

默认情况下，可以通过拖动光标来确定尺寸文字的新位置。也可以输入相应的选项指定标注文字的新位置。

对图3-30左图文字标注进行位置编辑得到图3-30右图。

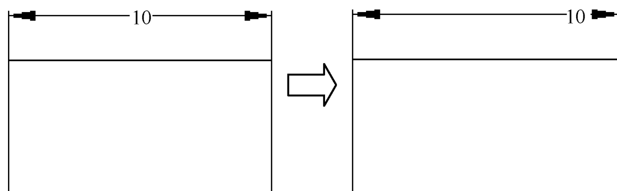


图3-30　编辑标注文字的位置



操作步骤

选择“标注”/“对齐文字”/“右”命令，或在标注工具栏中单击“编辑标注文字”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimtedit

选择标注：　//选择标注

指定标注文字的新位置或［左(L)/右(R)/中心(C)/默认(H)/角度(A)］：R

//指定标注文字的新位置

3. 替代标注

选择“标注”/“替代”命令（DIMOVERRIDE），可以临时修改尺寸标注的系统变量设置，并按该设置修改尺寸标注。该操作只对指定的尺寸对象做修改，并且修改后不影响原系统的变量设置。执行该命令时，命令行提示如下：

输入要替代的标注变量名或［清除替代（C）］：

默认情况下，输入要修改的系统变量名，并为该变量指定一个新值。然后选择需要修改的对象，这时指定的尺寸对象将按新的变量设置作相应的更改。如果在命令提示下输入C，并选择需要修改的对象，这时可以取消用户已作出的修改，并将尺寸对象恢复成在当前系统变量设置下的标注形式。

4. 更新标注

实例文件：example\ Ch3\ gengxinbiaozhu.dwg

选择“标注”/“更新”命令，或在标注工具栏中单击“标注更新”命令按钮，都可以更新标注，使其采用当前的标注样式。

对图3-31左图进行更新标注得到图3-31右图。

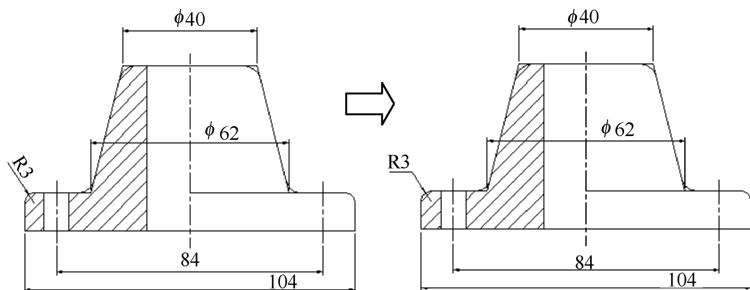


图 3-31　更新尺寸标注


操作步骤

1）单击标注样式命令按钮，打开“标注样式管理器”对话框。单击“替代”按钮，打开“替代当前样式”对话框。

2）单击“文字”选项卡，弹出新的一页，在“文字对齐”区域中选择“水平”选项。

3）返回 AutoCAD 主窗口，单击标注更新命令按钮，命令行提示如下：

命令：_dimstyle
当前标注样式：尺寸样式-1　注释性：否
当前标注替代：
DIMTIH　开
DIMTOH　开
输入标注样式选项
[注释性(AN)/保存(S)/恢复(R)/状态(ST)/变量(V)/应用(A)/?] <恢复>：_apply
选择对象：找到 1 个　//选择角度尺寸
选择对象：　//按 Enter 键

5. 尺寸关联

尺寸关联是指所标注尺寸与被标注对象有关联关系。如果标注的尺寸值是按自动测量值标注，且尺寸标注是按尺寸关联模式标注的，那么改变被标注对象的大小后相应的标注尺寸也将发生改变，即尺寸界线、尺寸线的位置都将改变到相应的新位置，尺寸值也改变成新测量值。反之，改变尺寸界线起始点的位置，尺寸值也会发生相应的变化，如图 3-32 所示。

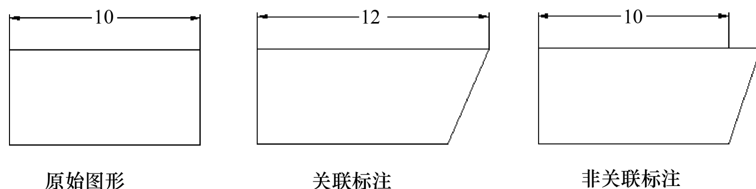


图 3-32　关联标注比较

3.4　文字与编辑文字

说明、列表、标题等项目是电气工程图样必不可少的文字内容，这些内容既有单行的，



也有多行的。在 AutoCAD 2012 中，既可以一次输入一行文字，也可以一次输入多行文字。输入文字的内容、大小、样式都可以修改。工程图样中的文字有若干国家标准，用户可以在 AutoCAD 2012 中选择符合国标的文字样式。通过本节的学习，读者可以学会单行文字、多行文字的输入方法，以及修改文字的方法。用户还可以修改、新建文字样式，使输入的文字符合统一的要求。

在 AutoCAD 2012 中，文字命令集中安排在“文字”工具栏中，如图 3-33 所示。其中包括输入多行文字、单行文字、编辑文字、查找和替换、拼写检查、文字样式、缩放文字、对正文字等命令。下面将介绍常用的文字命令。

3.4.1 创建文字样式

在 AutoCAD 2012 中，所有文字都有与之相关联的文字样式。在创建文字注释和尺寸标注时，AutoCAD 通常使用当前的文字样式。也可以根据具体要求重新设置文字样式或创建新的样式。文字样式包括文字“字体”、“字型”、“高度”、“宽度系数”、“倾斜角”、“反向”、“倒置”以及“垂直”等参数。

选择“格式”/“文字样式”命令，打开“文字样式”对话框，如图 3-34 所示。利用该对话框可以修改或创建文字样式，并设置文字的当前样式。



图 3-33 “文字”工具栏



图 3-34 “文字样式”对话框

1. 设置样式名

在“文字样式”对话框中，可以显示文字样式的名称、创建新的文字样式、为已有的文字样式重命名以及删除文字样式。在该对话框中部分选项含义如下：

1）“样式”列表框：列出当前正在使用的文字样式，默认文字样式为 Standard（标准）。

2）“置为当前”按钮：单击该按钮，可将选择的文字样式设置为当前的文字样式。

3）“新建”按钮：单击该按钮打开“新建文字样式”对话框。如图 3-35 所示。在“样式名”文本框中输入新建文字样式名称后，单击“确定”按钮可以创建新的文字样式。新建文字样式将显示在“样式”列表框中。



图 3-35 “新建文字样式”对话框

4）“删除”按钮：单击该按钮可以删除某一已有的文字样式，但无法删除已经使用的文字样式和默认的 Standard 样式。

2. 设置字体

“文字样式”对话框的“字体”选项组用于设置文字样式使用的字体和字高等属性。其中，“字体名”下拉列表框用于选择字体；“字体样式”下拉列表框用于选择字体格式，如斜体、粗体和常规字体等；“高度”文本框用于设置文字的高度。选中“使用大字体”复选框，“字体样式”下拉列表框变为“大字体”下拉列表框，用于选择大字体文件。

如果将文字的高度设为 0，在使用 TEXT 命令标注文字时，命令行将显示“指定高度:”提示，要求指定文字的高度。如果在“高度”文本框中输入了文字高度，AutoCAD 将按此高度标注文字，而不再提示指定高度。

AutoCAD 提供了符合标注要求的字体形文件：gbenor. shx、gbeitc. shx 和 gbcbig. shx 文件。其中，gbenor. shx 和 gbeitc. shx 文件分别用于标注直体和斜体字母与数字；gbcbig. shx 则用于标注中文。

3. 设置文字效果

在“文字样式”对话框中，使用“效果”选项组中的选项可以设置文字的颠倒、反向、垂直等显示效果。在“宽度比例”文本框中可以设置文字字符的高度和宽度之比，当“宽度比例”值为 1 时，将按系统定义的高宽比书写文字；当“宽度比例”小于 1 时，字符会变窄；当“宽度比例”大于 1 时，字符则变宽。在“倾斜角度”文本框中可以设置文字的倾斜角度，角度为 0°时不倾斜；角度为正值时向右倾斜；角度为负值时向左倾斜。

4. 预览与应用文字样式

在“文字样式”对话框的“预览”选项区域中，可以预览所选择或所设置的文字样式效果。

设置完文字样式后，单击“应用”按钮即可应用文字样式。然后单击“关闭”按钮，关闭“文字样式”对话框。

设置图样使用的字体为宋体，宽度比例因子为 0. 78，字高为 2. 5。



操作步骤

1）单击“文字样式”命令按钮，屏幕出现“文字样式”对话框，如图 3-36 所示。

2）单击“新建”按钮，建立新的文字样式，屏幕出现“新建文字样式”对话框。单击





图3-36　“文字样式”对话框

“确定”按钮完成操作，返回“文字样式”对话框。

3）按照如图3-37所示的参数修改文字样式。



图3-37　修改参数

4）依次单击“应用”和“关闭”按钮，结束文字样式设置。

3.4.2　创建单行文字

在AutoCAD 2012中，“文字”工具栏可以创建和编辑文字。对于单行文字来说，每一行都是一个文字对象，因此可以用来创建文字内容比较简短的文字对象（如标签），并且可以进行单独编辑。

下面介绍如何创建单行文字：

1）启动“单行文字”命令：选择“绘图”/“文字”/“单行文字”命令（DTEXT），或在“文字”工具栏中单击“单行文字”命令按钮AI，或在“面板”选项的“文字”选项区域中单击“单行文字”命令按钮AI，都可以创建单行文字对象。

2）指定第一个字符的插入点：如果按 Enter 键，程序将紧接着最后创建的文字对象（如果有）定位新的文字。

3）指定文字高度：此提示只有文字高度在当前文字样式中设置为 0 时才显示。一条拖引线从文字插入点附着到光标上，单击以将文字的高度设置为拖引线的长度。

4）指定文字旋转角度：可以输入文字的旋转角度值。

☞ 如果在此命令中指定了另一个点，光标将移到该点上，可以继续键入。每次按 Enter键或指定点时，都会创建新的文字对象。

5）指定文字样式：在“指定文字的起点或［对正（J)/样式（S)］:”提示下输入 S，可以设置当前使用的文字样式。选择该选项时，命令行显示如下提示信息［提示：应以适当的大小在水平方向显示文字，以便用户可以轻松地阅读和编辑文字；否则，文字将难以阅读（如果文字很小、很大或被旋转)］:

输入样式名或［?］ <Standard>:

可以直接输入文字样式的名称，也可以输入?。如果要首先查看文字样式列表，请输入?并按两次 Enter 键，在“AutoCAD 文本窗口”中显示当前图形已有的文字样式，如图 3-38 所示。

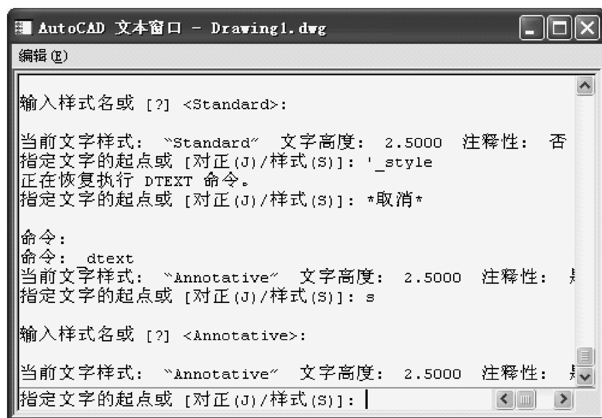


图 3-38 “AutoCAD 文本窗口”显示当前图形中已有的文字样式

6）文字对齐：在“指定文字的起点或［对正（J)/样式（S)］:”提示下输入 J，可以设置文字的排列方式。此时命令行显示如下提示信息：

输入选项［对齐（A)/调整（F)/中心（C)/中间（M)/右（R)/左上（TL)/中上（TC)/右上（TR)/左中（ML)/正中（MC)/右中（MR)/左下（BL)/中下（BC)/右下（BR)］:

在 AutoCAD 2012 中，系统提供了多种对正方式，要根据需要做出选择。

3.4.3 使用文字控制符

在实际设计绘图中，往往需要标注一些特殊的字符。例如，在文字上方或下方添加划线、标注度（°）、±、φ 等符号。这些特殊字符不能从键盘上直接输入，因此 AutoCAD 提供了相应的控制符（控制代码），必须输入特殊的代码来产生特定的字符，以实现这些标注



要求，见表3-1。

在 AutoCAD 的控制符中,%%O 和%%U 分别是上划线与下划线的开关。第 1 次出现此符号时，可打开上划线或下划线，第 2 次出现该符号时，则会关掉上划线或下划线。

在“输入文字:”提示下，输入控制符时，这些控制符也临时显示在屏幕上，当结束文本创建命令时，这些控制符将从屏幕上消失，转换成相应的特殊符号。

表 3-1　AutoCAD 2012 的文字控制符

控　制　符	功　　能
%%O	控制是否加上划线
%%U	控制是否加下划线
%%D	绘制度符号（°）
%%C	绘制圆直径标注符号（ý）
%%P	绘制正/负公差符号（±）
%%%	绘制百分号（%），这只对 TEXT 命令有效


可同时为文字加上划线和下划线，上划线和下划线在文字字符串结束处自动关。

3.4.4　编辑单行文字

实例文件：example\ Ch2\ danhang.dwg

单行文字可进行单独编辑。编辑单行文字包括编辑文字的内容、对正方式及缩放比例，可以选择“修改”/“对象”/“文字”子菜单中的命令进行设置。各命令的功能如下：

1）“编辑”命令（DDEDIT）：选择该命令，然后在绘图窗口中单击需要编辑的单行文字，进入文字编辑状态，可以重新输入文本内容。

2）“比例”命令（SCALETEXT）：选择该命令，然后在绘图窗口中单击需要编辑的单行文字，此时需要输入缩放的基点以及指定新高度、匹配对象（M）或缩放比例（S）。

3）“对正”命令（JUSTIFYTEXT）：选择该命令，然后在绘图窗口中单击需要编辑的单行文字，此时可以重新设置文字的对正方式。

使用单行文字输入命令撰写一行文字“工厂电气控制设计”与示范。


操作步骤

1）选择“绘图”/“文字”/“单行文字”命令（DTEXT），或在文字工具栏中单击“单行文字”命令按钮，或在面板选项的文字选项区域中单击“单行文字”命令按钮，都可以创建单行文字对象，命令行提示如下：

命令：_dtext
当前文字样式：“Standard”　文字高度：2.5000　注释性：否
指定文字的起点或[对正(J)/样式(S)]：//单击确定文字起点
指定高度 <2.5000>：//按 Enter 键,取文字高度为默认值
指定文字的旋转角度 <0>：//按 Enter 键,确认文字不旋转

2）在文字输入处输入“工厂电气控制设计”，然后连续按两次 Enter 键，即可得到如图 3-39 所示的效果。

工厂电气控制设计

图 3-39　创建单行文字

3.4.5　创建多行文字

实例文件：example\ Ch2\ duohang.dwg

“多行文字”又称为段落文字，是一种更易于管理的文字对象，可以由两行以上的文字组成，而且各行文字都是作为一个整体处理。

创建多行文字。



操作步骤

1. 启动“多行文字”命令

选择“绘图”/“文字”/“多行文字”命令（MTEXT），或单击绘图工具栏中的“多行文字”命令按钮A，或在面板选项的文字选项区域中单击“多行文字”命令按钮A。

1）指定边框的对角点以定义多行文字对象的宽度。

2）要对每个段落的首行缩进，拖动标尺上的第一行缩进滑块；要对每个段落的其他行缩进，拖动段落滑块。

3）要设置制表符，单击标尺设置制表位。

4）如果需要使用文字样式而不是默认值，单击工具栏上“样式”控件旁边的箭头，然后选择一个样式。

5）输入文字。

6）要替代当前文字样式，请按以下方式选择文字：①要选择一个或多个字母，请在字符上单击并拖动定点设备；②要选择词语，请双击该词语；③要选择段落，请三击该段落。

7）在工具栏上，按以下方式修改格式：①要修改选定文字的字体，请从列表格中选择一种字体；②要修改选定文字的高度，请在“文字高度”框中输入新值；③要使用粗体或斜体设置 TrueType 字体的文字的格式，或者创建任意字体的下划线文字或上划线文字，请单击工具栏上的相应按钮（SHX 字体不支持粗体或斜体）；④要向选定文字应用颜色，请从“颜色”列表格中选择一种颜色。单击“选择颜色”选项，可显示“选择颜色”对话框。

8）要保存修改并退出编辑器，请使用以下方法之一：①单击工具栏上的“确定”；②单击编辑器外部的图形；③按 Ctrl + Enter 组合键。

2. 在多行文字中插入符号或特殊字符

1）双击多行文字对象，打开在位文字编辑器。

2）在展开的工具栏上单击“符号”。

3）单击“其他”显示“字符映射表”对话框。

4）在“字符映射表”对话框中，选择一种字体。

5）选择一种字符，并使用以下方法之一：①要插入单个字符，请将选定字符拖动到编



辑器中；②要插入多个字符，请单击“选定”，将所有字符都添加到“复制字符”框中。选择了所有所需的字符后，单击“复制”。在编辑器中单击鼠标右键。单击“粘贴”。

6）要保存修改并退出编辑器，请使用以下方法之一：①单击工具栏上的“确定”按钮；②单击编辑器外部的图形；③按 Ctrl + Enter 组合键。

3. 向多行文字对象添加不透明背景或进行填充的步骤

1）双击多行文字对象，打开在位文字编辑器。

2）在展开的工具栏上单击“符号”。

3）单击“其他”显示“字符映射表”对话框。

4）在“字符映射表”对话框中，选择一种字体。

5）选择一种字符，并使用以下方法之一：①要插入单个字符，请将选定字符拖动到编辑器中；②要插入多个字符，请单击“选定”，将所有字符都添加到“复制字符”框中。选择了所有所需的字符后，单击“复制”。在编辑器中单击鼠标右键。单击“粘贴”。

6）要保存修改并退出编辑器，请使用以下方法之一：①单击工具栏上的“确定”按钮；②单击编辑器外部的图形；③按 Ctrl + Enter 组合键。

 退出编辑器时即会应用不透明背景。

4. 更改 Windows 字体平滑设置以提高多行文字编辑器中文字的可见性

1）在 Windows 桌面上，单击鼠标右键。单击“特性”。

2）在“显示属性”对话框中，单击“外观”选项卡。

3）单击“效果”。

4）在“效果”对话框中，单击“使用下列方式使屏幕字体的边缘平滑”来清除设置。

5）单击“确定”退出“效果”对话框。

6）单击“确定”退出“显示属性”对话框。

5. 编辑多行文字

1）选择一个多行文字对象。

2）选择“修改”/“对象”/“文字”/“编辑”命令（DDEDIT），并单击创建的多行文字，打开多行文字编辑窗口，然后参照多行文字的设置方法，修改并编辑文字。

3）在绘图窗口中双击输入的多行文字。

4）在输入的多行文字上右击，单击“特性”，从弹出的快捷菜单中选择“重复编辑多行文字”命令或“编辑多行文字”命令，打开多行文字编辑窗口。

修改一段照明施工说明。



操作步骤

1）单击“编辑文字”命令按钮，然后单击文字，屏幕弹出已加载本段文字的多行“文字格式”对话框，如图 3-40 所示。

2）拖动光标，选择所有文字，然后单击“字体”下拉列表框中选择“仿宋_GB2312”字型，改变字体。



图 3-40 “文字格式”对话框

3）在“字体高度”文本框中输入“3”，把当前文字字高由 2.5 改为 3。
4）选取“电动机”，再单击下划线按钮“U”，加下划线。
5）从颜色下拉列表框中选择红色，如图3-41所示。
6）单击“确定”按钮，完成修改。

说明：1. 该建筑物采用尺寸定位，三个房间的建
筑面积分别为142m2,618m2和82m2；
2. 进线电缆引自室外380V架空线路的第42号杆；
3. 各电动机配线除注明者外，其余均为
BLX-3×2.5-SC15-FC。

图 3-41 文字修改效果

3.5 创建表格对象

在 AutoCAD 2012 中，可以使用创建表格命令创建表格，还可以从 Microsoft Excel 中直接复制表格，并将其作为 AutoCAD 表格对象粘贴到图形中，也可以从外部直接导入表格对象。此外，还可以输出来自 AutoCAD 的表格数据，以供在 Microsoft Excel 或其他应用程序中使用。

3.5.1 创建和管理表格样式

表格使用行和列以一种简洁清晰的形式提供信息，常用于一些组件的图形中。表格样式控制一个表格的外观，用于保证标准的字体、颜色、文本、高度和行距。用户可以使用默认的表格样式，也可以根据需要自定义表格样式。

1. 新建表格样式

表格样式控制一个表格的外观。使用表格样式，可以保证标准的字体、颜色、文本、高度和行距。可以使用默认的表格样式、标准的或者自定义的样式来满足需要，并在必要时应用它们。

在 AutoCAD 2012 中，选择“格式”/“表格样式”命令（TABLESTYLE），打开“表格样式”对话框，如图 3-42 所示。单击“新建”按钮，可以使用打开的“创建新的表格样式”对话框创建新表格样式，如图 3-43 所示。

在“新样式名”文本框中输入新的表格样式名，在“基础样式”下拉列表中选择默认的表格样式、标准的或者任何已经创建的样式，新样式将在该样式的基础上进行修改。然后单击“继续”按钮，将打开“新建表格样式”对话框，如图 3-44 所示。

2. 设置表格的数据、列标题和标题样式

在“新建表格样式”对话框中，可以在“单元样式”选项区域的下拉列表框中选择

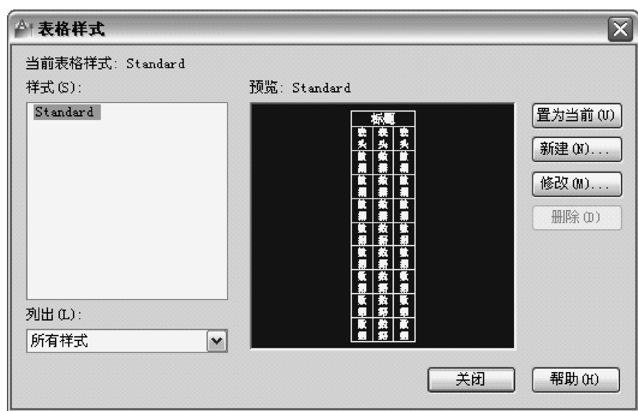


图 3-42　“表格样式”对话框



图 3-43　“创建新的表格样式”对话框



图 3-44　“新建表格样式”对话框

“数据”、“标题” 和 “表头” 选项来分别设置表格的数据、标题和表头对应的样式，如图 3-45 和图 3-46 所示。



图 3-45 “标题”选项

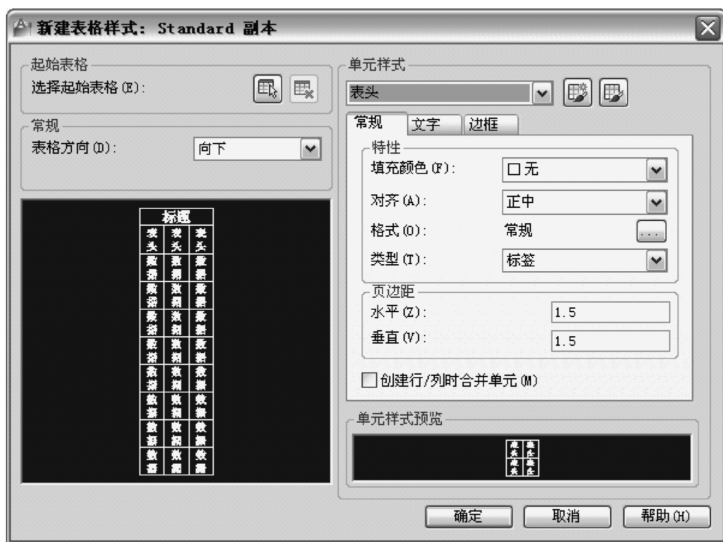


图 3-46 “表头”选项

3. 管理表格样式

在 AutoCAD 2012 中，还可以使用“表格样式”对话框来管理图形中的表格样式。在该对话框的“当前表格样式”后面，显示当前使用的表格样式（默认为 Standard）；在“样式”列表中显示了当前图形所包含的表格样式；在“预览”窗口中显示了选中表格的样式；在“列出”下拉列表中，可以选择“样式”列表是显示图形中的所有样式，还是正在使用的样式。

此外，在“表格样式”对话框中，还可以单击“置为当前”按钮，将选中的表格样式设置为当前，如图 3-47 所示。单击“修改”按钮，在打开的“修改表格样式”对话框中修



改选中的表格样式，如图3-48所示。单击“删除”按钮，删除选中的表格样式。

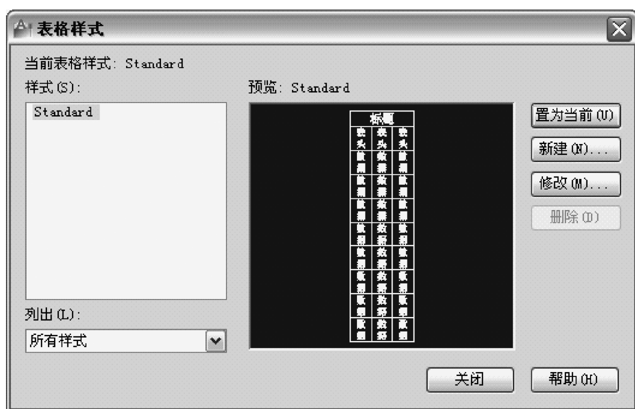


图3-47　“表格样式”对话框

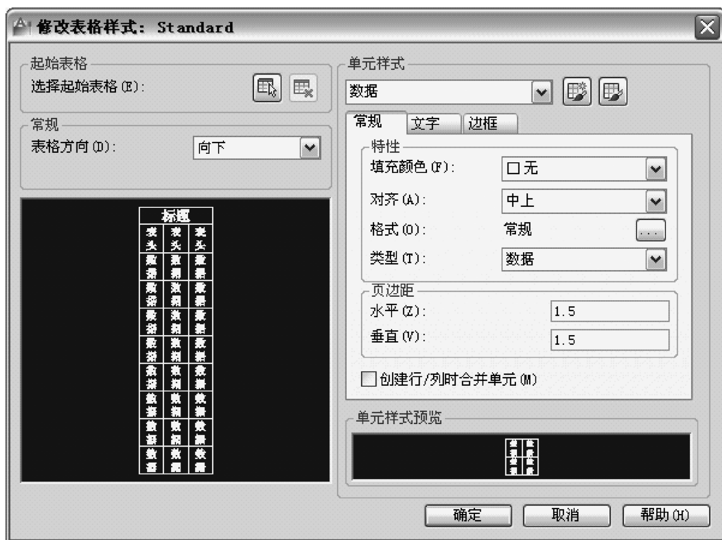


图3-48　“修改表格样式”对话框

3.5.2　创建表格

选择“绘图”/“表格”命令，或在“面板”选项板的“表格”选项区域中单击“表格”按钮，打开“插入表格”对话框，如图3-49所示。

可以从“表格样式”下拉列表框中选择表格样式，或单击其后的按钮，打开“表格样式”对话框，创建新的表格样式。在预览窗口中显示表格的预览效果。

在“插入方式”选项组中，选择“指定插入点”单选按钮，可以在绘图窗口中的某点插入固定大小的表格；选择“指定窗口”单选按钮，可以在绘图窗口中通过拖动表格边框来创建任意大小的表格。

在“列和行设置”选项组中，可以通过改变“列”、“列宽”、“数据行”和“行高”文

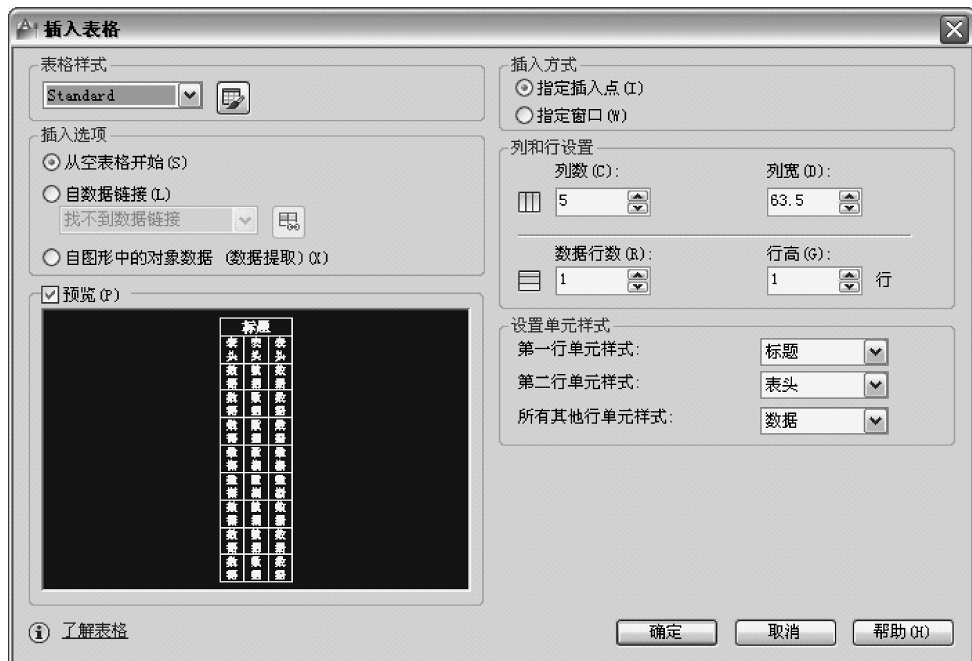


图 3-49 “插入表格”对话框

本框中的数值来调整表格的外观大小。

3.5.3 编辑表格和表格单元

在 AutoCAD 2012 中，还可以使用表格的快捷菜单来编辑表格。

1. 编辑表格

从表格的快捷菜单中可以看到，可以对表格进行剪切、复制、删除、移动、缩放和旋转等简单操作，还可以均匀调整表格的行、列大小，删除所有特性替代。当选择“输出”命令时，还可以打开“输出数据”对话框，以 .csv 格式输出表格中的数据，如图 3-50 所示。

当选中表格后，在表格的四周、标题行上将显示许多夹点，也可以通过拖动这些夹点来编辑表格，如图 3-51 所示。

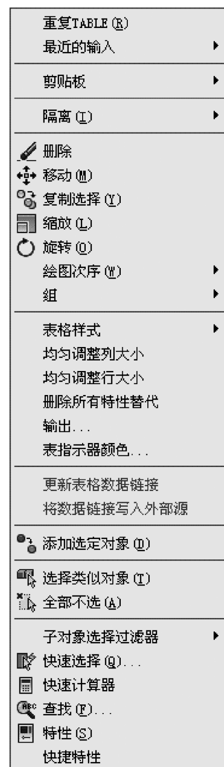


图 3-50 “表格”快捷菜单

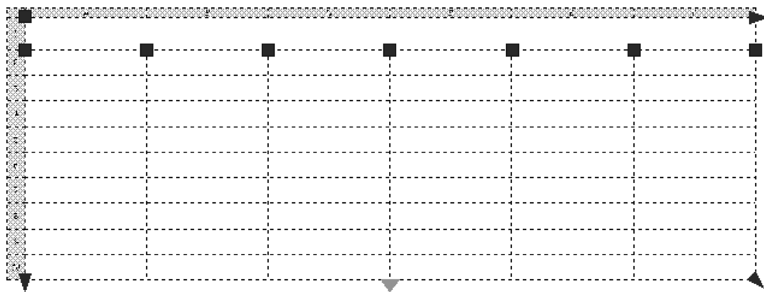


图 3-51　选定的表格

2. 编辑表格单元

使用表格单元格快捷菜单可以编辑表格单元，如图 3-52 所示。其主要命令选项的功能说明如下：

1）“对齐”命令：在该命令子菜单中可以选择表格单元的对齐方式，如左上、左中、左下等。

2）“边框”命令：选择该命令将打开“单元边框特性”对话框，可以设置单元格边框的线宽、颜色等特性，如图 3-53 所示。

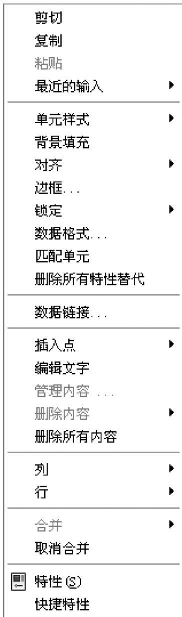


图 3-52　“表格单元格”快捷菜单



图 3-53　“单元边框特性”对话框

3）“匹配单元”命令：用当前选中的表格单元格式（源对象）匹配其他表格单元（目标对象），此时鼠标指针变为刷子形状，单击目标对象即可进行匹配。

4）“插入”/“块”命令：选择该命令将打开“在表格单元中插入块”对话框，如图 3-54所示。可以从中选择插入到表格中的块，并设置块在表格单元中的对齐方式、比例和旋转角度等特性。



图 3-54 “在表格单元中插入块”对话框

5）“合并”命令：当选中多个连续的单元格后，使用该子菜单中的命令，可以全部、按列或按行合并表格单元。

3.5.4 在表格对象中填写文字



操作步骤

1）双击表格内的单元格，将显示“文字格式”工具栏，开始输入文字，如图 3-55 所示。

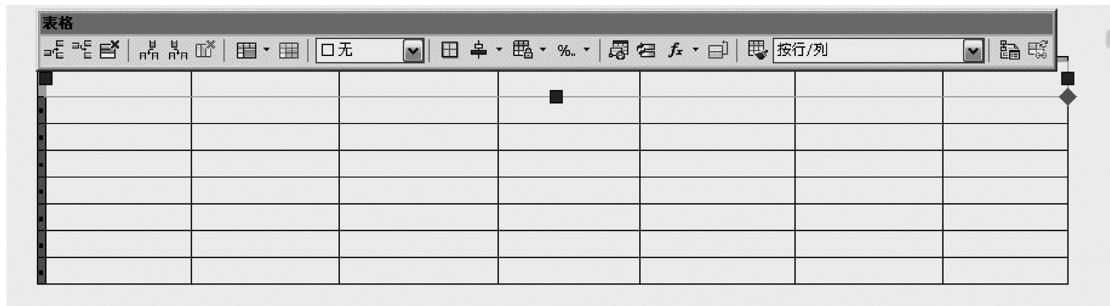


图 3-55 输入文字

2）在单元中，使用箭头键在文字中移动光标。要在单元中创建换行符，请按 Alt + Enter组合键。

3）要替代表格样式中指定的文字样式，请单击工具栏上“文字样式”控件旁的箭头并选择新的文字样式。选择的文字样式将应用于单元中的文字以及在该单元中输入的所有新文字。要替代当前文字样式中的格式，请首先按以下方式选择文字：

① 要选择一个或多个字符，请在这些字符上单击并拖动定点设备。

② 要选择词语，请双击该词语。



③ 要选择单元中所有的文字，请在单元中单击三次（还可以单击鼠标右键，然后单击“全部选择”）。

4）在工具栏上，按以下方式修改格式：

① 要修改选定文字的字体，请从列表格中选择一种字体。

② 要修改选定文字的高度，请在“文字高度”框中输入新值。

③ 要使用粗体或斜体设置 TrueType 字体的文字格式，或者创建任意字体的下划线文字，请单击工具栏上的相应按钮。SHX 字体不支持粗体或斜体。

④ 要向选定文字应用颜色，请从“颜色”列表格中选择一种颜色。单击“选择颜色”选项，可显示“选择颜色”对话框。

5）使用键盘从一个单元移动到另一个单元：

① 按 Tab 键可以移动到下一个单元。在表格的最后一个单元中，按 Tab 键可以添加一个新行。

② 按 Shift + Tab 组合键可以移动到上一个单元。

③ 光标位于单元中文字的开始或结束位置时，使用箭头键可以将光标移动到相邻的单元。也可以使用 Ctrl + 箭头组合键。

④ 单元中的文字处于亮显状态时，按箭头键将删除选择，并将光标移动到单元中文字的开始或结束位置。

⑤ 按 Enter 键可以向下移动一个单元。

6）要保存修改并退出，请单击工具栏上的“确定”按钮或按 Ctrl + Enter 组合键。

3.6　电气示例

本节介绍几个电气设计中关于文字和表格以及平面图绘制的实例，使读者熟悉 AutoCAD 2012 中文字、表格和图形绘制的基本操作。

3.6.1　逐行撰写继电器名称与符号

实例文件：example\ Ch3\ dianqimingchengyufuhao.dwg

学习单行文字的输入步骤，按命令行的提示操作。


操作步骤

命令：_dtext(输入单行文字书写命令)

当前文字样式：“Standard”文字高度：　2.5000　注释性：否(系统显示当前文字系统的设置为标准设置,字高为 2.5)

指定文字的起点或[对正(J)/样式(S)]：

//系统提示书写单行文字的起始点,使用十字光标单击图形编辑窗口内的一点作为文字的起点

指定高度 <2.5000>：//系统提示输入文字高度,按 Enter 键默认文字高度为 2.5)

指定文字的旋转角度为 <0>：

//系统提示输入文字相对于水平方向的旋转角度,默认文字不旋转

输入文字：电流继电器 LJ(系统提示输入文字)

输入文字：电压继电器 YJ

输入文字：温度继电器 WJ

输入文字：压力继电器 YJ

输入文字：时间继电器 SJ

输入文字：中间继电器 ZJ

输入文字：信号继电器 XJ

输入文字：羌动继电器 CJ。

输入文字：功率继电器 GJ(连续按 Enter 键两次结束操作)

效果如图 3-56 所示。

命令行中其他选项简介：

“指定文字的起点或［对正（J)/样式（S)]：”提示中的“对正（J)”选项用于使输入的文字以某种方式排列对齐。执行该选项，进入下一级选项组：

输入选项[对齐(A)/调整(F)/中心(C)/中间(M)/右(R)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]：

电流继电器 LJ
电压继电器 YJ
温度继电器 WJ
压力继电器 YJ
时间继电器 SJ
中间继电器 ZJ
信号继电器 XJ
羌动继电器 CJ
功率继电器 GJ

图 3-56　输入单行文字

其中“对齐（A)”选项要求确定所标注文字行基线的始点位置与终点位置。使用这个选项写一行文字，命令行的提示如下：

命令：_dtext

当前文字样式：“Standard”　文字高度：　2.5000　注释性：　否

指定文字的起点或[对正(J)/样式(S)]：j

输入选项[对齐(A)/调整(F)/中心(C)/中间(M)/右(R)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]：

a(执行 Align 选项)

指定文字基线的第一个端点：(单击确认文字起始点)

指定文字基线的第二个端点：(单击确认文字终点，如图 3-57 所示)

输入文字：双断路器双母线(输入文字)

输入文字　(回车结束操作)

效果如图 3-58 所示。

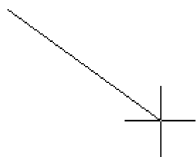


图 3-57　确认文字终点

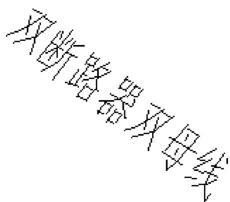


图 3-58　执行“对齐（A)”选项的效果

“调整（F)”选项用于确定文字行基线的始点位置、终点位置以及文字的下高，使用“调整（F)”选项的命令行提示如下：

命令：_dtext

当前文字样式：“Standard”　文字高度：　2.7980　注释性：　否

指定文字的起点或[对正(J)/样式(S)]：j

输入选项[对齐(A)/调整(F)/中心(C)/中间(M)/右(R)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]：



f(执行调整“(F)”选项)
指定文字基线的第一个端点:(在上一段文字边单击确认文字起始点)
指定文字基线的第二个端点:(单击确认文字终点,如图3-59所示)
指定高度<2.5000>:(回车,默认文字高度为2.5)
输入文字:线路变压器路(输入文字)
输入文字:(回车结束操作)
效果如图3-60所示。

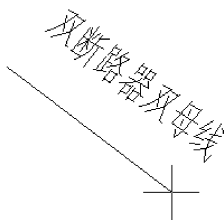


图3-59　确定新一行文字与终点

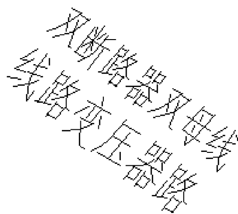


图3-60　字符均匀分布的最终效果

比较以上输入结果可见，执行“对齐（A)”选项的结果是输入的字符均匀分布于两点之间；文字行的旋转角度由两点间的倾斜角度确定；字高、字宽根据两点间的距离、字符的多少按文字宽度的比例自动确定。执行“调整（F)”选项结果，文字字符均匀分布于指定的两点之间，其他与“对齐（A)”选项是一样的。

文字输入过程中的其他技巧如下：

在一个单行文字处命令下，可书写若干行单行文字。每输入一行文字后，按回车键，文字输入点自动换行，然后即可输入第二行文字。

在输入文字的过程中，可以移动光标到新位置并按拾取键，原文字行结束，用户可以在新的位置输入文字。

要改正刚才输入的字符，只要按一次Backspace键←，就能把该字符删除，然后输入新的字符。

3.6.2　绘制线路配线方式符号表

实例文件：example\ Ch3\ peixianfangshifuhao.dwg


操作步骤

1）单击“绘图”工具栏中的“表格”命令按钮，准备绘制表格。屏幕出现如图3-61所示“插入表格”对话框。在“列”、“列宽”、“数据行”和“行高”中分别输入相应的数字。单击“确定按钮”，屏幕出现如图3-62所示虚拟表格，等待确定表格的位置。

2）在适当的位置单击，确定表格位置后，即出现如图3-63所示“文字格式”对话框，字体设为宋体，字号设为15，可以填写表格中的第一栏了。

3）在表格中的第一栏写入文字“线路配线方式符号表”，如图3-64所示。然后单击“文字格式”对话框右边的“确定”按钮。如果双击其他的格子（每一个格子都可以双击），就会出现如图3-63所示的“文字格式”对话框，即可填写表格中的每一个对应项目。



图 3-61 “插入表格”对话框

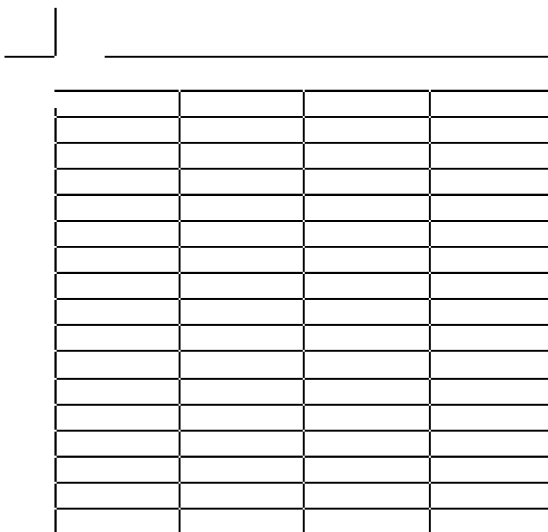


图 3-62 虚拟表格

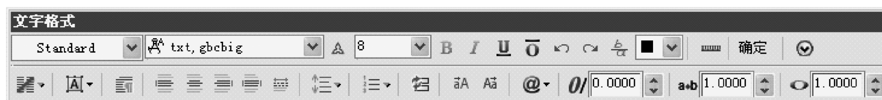


图 3-63 “文字格式”对话框

线路配线方式符号表			

图 3-64　填写表题

单击表格并通过鼠标拖动可以对行宽、列宽进行适当调整。

顺次填写完表格即可，如图 3-65 所示。

线路配线方式符号表			
中文名称	旧符号	新符号	备注
暗敷	A	C	
明敷	M	E	
铝皮线卡配线	QD	AL	
电缆桥架配线		CT	
金属软管配线		F	
水煤气管配线	G	G	
瓷夹配线	CP	K	
钢索配线	S	M	
金属线槽配线	GC	MP	
电线管配线	DG	T	
塑料管配线	SG	P	
塑料夹配线		PL	含尼龙夹
塑料线槽配线	XC	PR	
钢管配线	GG	S	
槽板配线	CB		

图 3-65　填写完成的表格

3.6.3 电线杆组装图标注

实例文件: example\Ch3\dianxianganzuzhuangtubiaozhu.dwg
操作录像: 视频\Ch3\dianxianganzuzhuangtubiaozhu.avi



操作步骤

1）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-66、图3-67所示两个端点之间的尺寸，其值为“970”。效果如图3-68所示。

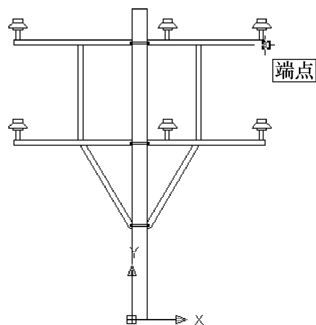


图3-66 捕捉尺寸线起点

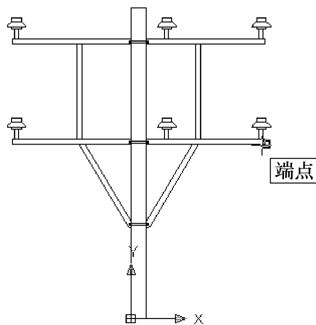


图3-67 捕捉尺寸线终点

2）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-69所示绝缘子与横杆端部的尺寸，其值为“40”。

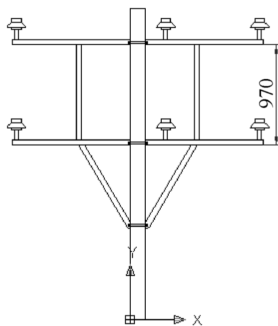


图3-68 标注横杆距离

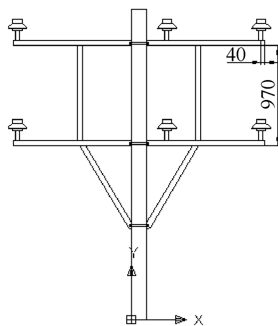


图3-69 标注绝缘子与横杆端部的尺寸

3）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-70所示绝缘子与横杆支架之间的尺寸，其值为“630”。

4）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-71所示绝缘子之间的尺寸，其值为“910”。



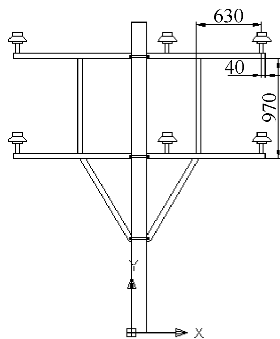


图3-70　标注绝缘子与横杆支架之间的尺寸

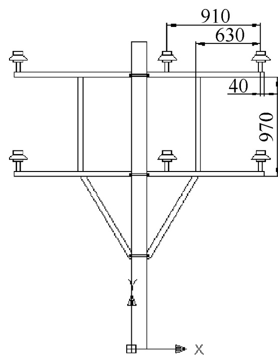


图3-71　标注绝缘子之间的尺寸

5）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-72所示绝缘子与电杆中心的尺寸，其值为“270”。

6）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-73所示左边绝缘子与横杆支架之间的尺寸，其值为“630”。

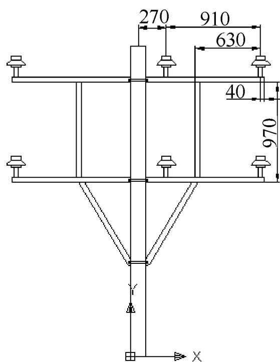


图3-72　标注绝缘子与电杆中心的尺寸

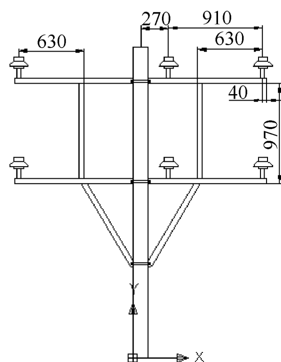


图3-73　标注左边绝缘子与横杆支架之间的尺寸

7）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-74所示左边绝缘子之间的尺寸，其值为“1450”。

8）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图3-75所示左边绝缘子与横杆端部的尺寸，其值为“40”。

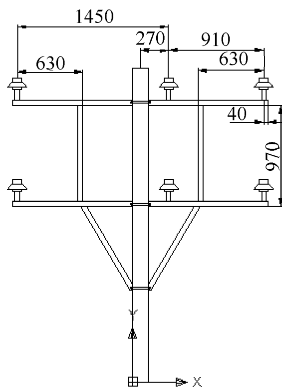


图3-74　标注左边绝缘子之间的尺寸

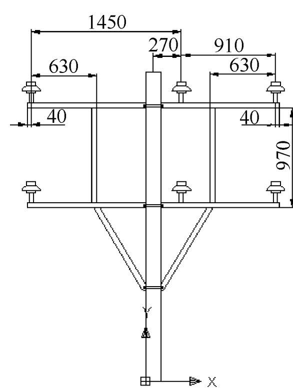


图3-75　标注左边绝缘子与横杆端部的尺寸

9）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图 3-76 所示电杆顶部与横杆之间的尺寸，其值为“300”。

10）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注如图 3-77 所示螺栓套与下边横杆之间的尺寸，其值为“800”。

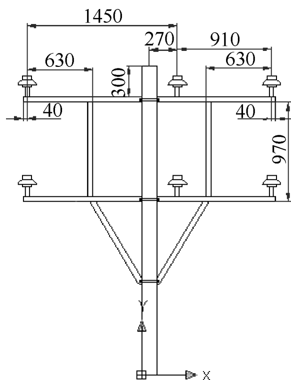


图 3-76　标注电杆顶部与横杆之间的尺寸

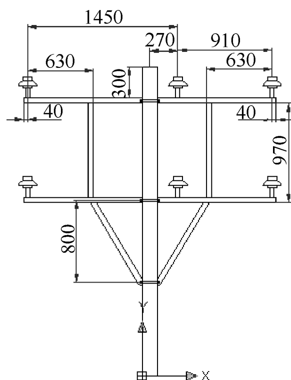


图3-77　标注螺栓套与下边横杆之间的尺寸

3.7　本章总结

本章介绍了 AutoCAD 2012 的文字标注功能和表格功能。由于在表格中一般要填写文字，所以将表格这部分内容放在了本章介绍。文字是工程图中必不可少的内容，AutoCAD 2012 提供了用于标注文字的 DTEXT 命令和 MTEXT 命令。通过前面的介绍可以看出，由 MTEXT 命令引出的在位文字编辑器与一般文字编辑器有相似之处，不仅可用于输入要标注的文字，而且还可以方便地进行各种标注设置、插入特殊符号等，同时还能够随时设置所标注文字的格式，不再受当前文字样式的限制。因此，建议读者尽可能用 MTEXT 命令标注文字。

另外，本章还介绍了 AutoCAD 2012 的标注尺寸功能。与标注文字一样，如果 AutoCAD 提供的尺寸标注样式不满足标注要求，那么在标注尺寸之前，应首先设置标注样式。当以某一样式标注尺寸时，应将该样式设置为当前样式。AutoCAD 将尺寸标注分为线性标注、对齐标注、直径标注、半径标注、连续标注、基线标注和引线标注等多种类型。标注尺寸时，首先应清楚要标注尺寸的类型，然后执行对应的命令，再根据提示操作即可。此外，利用 AutoCAD 2012，用户可以方便地为图形标注形位公差、可以编辑已标注的尺寸与公差。

最后给出几个电气示例，以期达到进一步巩固并熟练掌握文字、表格及尺寸标注的目的。

3.8　思考与练习

1. 思考题

1）AutoCAD 中尺寸标注样式的作用是什么？

2）AutoCAD 中一个完整的尺寸标注一般由哪几部分组成？



3）启动“多行文字”命令有哪些方式？

4）AutoCAD 2012 可同时为文字加上划线和下划线？

2. 操作题

1）标注如图 3-78 所示效果的图形。

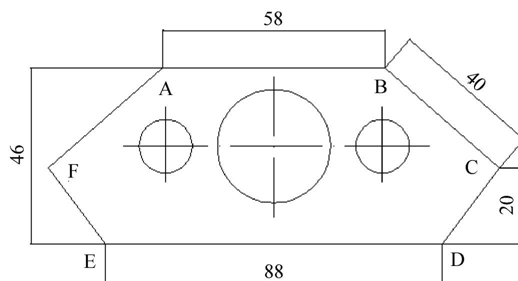


图 3-78　习题图 1

2）标注如图 3-79 所示效果的图形。

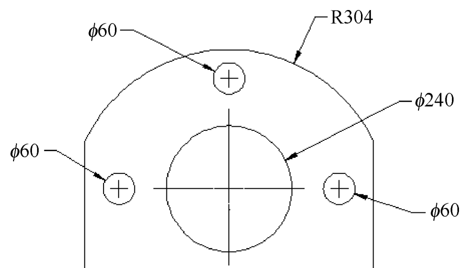


图 3-79　习题图 2

3）撰写如图 3-80 所示效果的电气施工说明。

4）绘制如图 3-81 所示效果的标题栏。

说明：1．照明配电箱共有6个。
2．电源由楼上配电箱引来，导线为(BV)塑料铜芯导线，穿钢管在墙内暗敷设。
3．配电箱编号PL11-PL16，暗装，下沿距地1.4m。

图 3-80　习题图 3

			比例		
			件数		
制图			重量		共　张 第　张
描图					
审核					

图 3-81　习题图 4

第 4 章　电气元件的三维图形绘制

学习目标

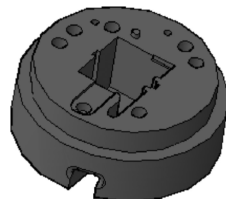


熟练掌握电气元件三维设计的绘图技巧

掌握三维设计的基本知识和方法

熟悉机械电气元件工业造型的绘制

绘制拉线开关座的基本形体、拉线孔、主螺栓座及电气螺栓座组成，设计者可以通过使用“剪切”、“差集”、“消隐”等操作完成电气元件绘制。





众多电气线路的导线与接线柱之间通过冲压接线片连接。它是圆圈和圆筒的组合体，设计者可通过“刨切”、“抽壳”、“拉伸面”等操作完成该元件设计，熟悉三维常用命令。

4.1　三维绘图基础

在工程设计和绘图过程中，三维图形应用越来越广泛。AutoCAD 2012 可以利用 3 种方式来创建三维图形，即线架模型方式、曲面模型方式和实体模型方式。线架模型方式为一种轮廓模型，它由三维的直线和曲线组成，没有面和体的特征。

4.1.1　建立用户坐标系

在三维坐标系下，同样可以使用直角坐标或极坐标方法来定义点。此外，在绘制三维图形时，还可使用柱坐标和球坐标来定义点。

1. 柱坐标系

使用 XY 平面的角和沿 Z 轴的距离来表示，其格式如下：

XY 平面距离 < XY 平面角度，Z 坐标（绝对坐标）

@ XY 平面距离 < XY 平面角度，Z 坐标（相对坐标）

2. 球坐标系

具有点到原点的距离、在 XY 平面上的角度及和 XY 平面的夹角 3 个参数，其格式如下：

XYZ 距离 < XY 平面角度 < 和 XY 平面的夹角（绝对坐标）

@ XYZ 距离 < XY 平面角度 < 和 XY 平面的夹角（相对坐标）

4.1.2　设置视图观测点

实例文件：example\ Ch4\ shitu guancedian .dwg
操作录像：视频\ 练习\ Ch4\ shituguancedian .avi

视点是指观察图形的方向。例如，绘制三维零件图时，如果使用平面坐标系即 Z 轴垂直于屏幕，此时仅能看到物体在 XY 平面上的投影。如果调整视点至当前坐标系的左上方，将看到一个三维物体。

1. 使用“视点预置”对话框设置视点

选择“视图”/“三维视图”/子菜单中的“视点预置”命令（DDVPOINT），打开“视点预置”对话框，为当前视口设置视点，如图 4-1 所示。

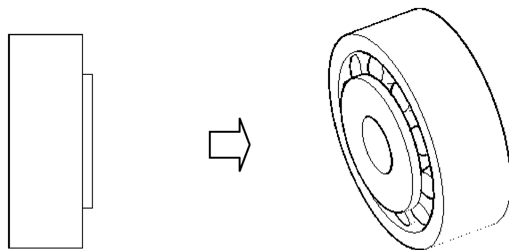


图 4-1　利用对话框设置视点

对话框中的左图用于设置原点和视点之间的连线在 XY 平面的投影与 X 轴正向的夹角；右面的半圆形图用于设置该连线与投影线之间的夹角，在图上直接拾取即可。也可以在“X 轴”、“XY 平面”两个文本框内输入相应的角度。

单击“设置为平面视图”按钮，可以将坐标系设置为平面视图。默认情况下，观察角

度是相对于 WCS 坐标系的。选择“相对于 UCS”单选按钮，可相对于 UCS 坐标系定义度。

利用对话框设置如图 4-1 左图视点得右图。



操作步骤

1）选择“视图”/“三维视图”子菜单中的“视点预置”命令（DDVPOINT），打开“视点预置”对话框，为当前视口设置视点。

2）设置“视点预设”对话框中角度：“自：X 轴”为 60，“自：XY 平面”为 40，如图 4-2 所示。

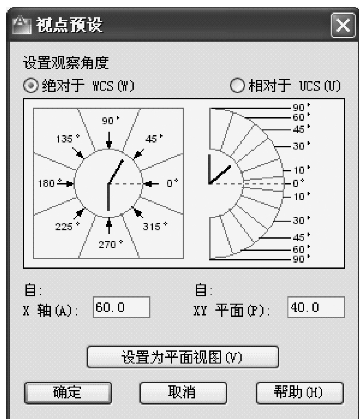


图 4-2 “视点预设”对话框

3）单击“确定”按钮。

2. 用 vpoint 命令设置视点

实例文件：example\Ch4\vpoint .dwg

选择“视图”/“三维视图”子菜单中的“视点”命令（VPOINT），可以为当前视口设置视点。该视点均是相对于 WCS 坐标系的。这时可通过屏幕上显示的罗盘定义视点，如图 4-3 所示。

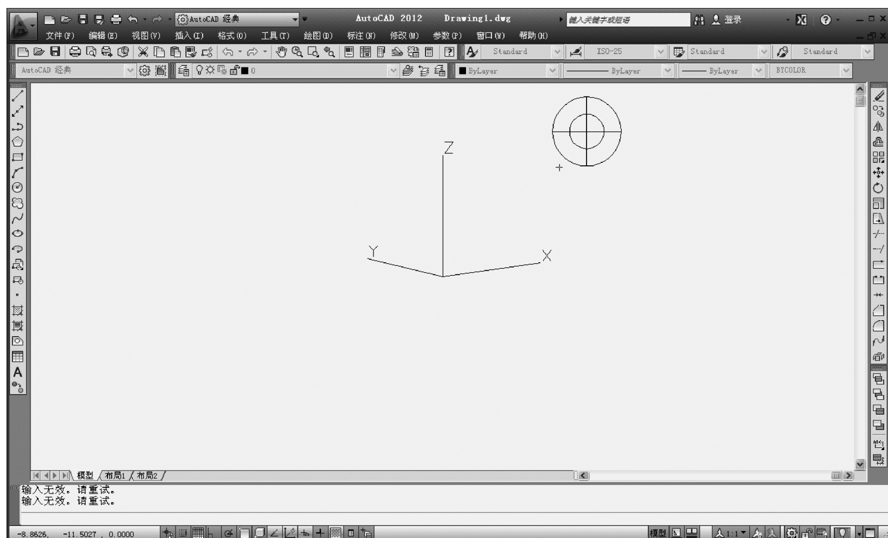


图 4-3 使用罗盘确定视点



三轴架的 3 个轴分别代表 X 轴、Y 轴和 Z 轴的正方向。当光标在坐标球范围内移动时，三维坐标系通过绕 Z 轴旋转可调整 X、Y 轴的方向。坐标球中心及两个同心圆可定义视点和目标点连线与 X、Y、Z 平面的角度。

用 vpoint 命令设置如图 4-4 所示的图形视点。

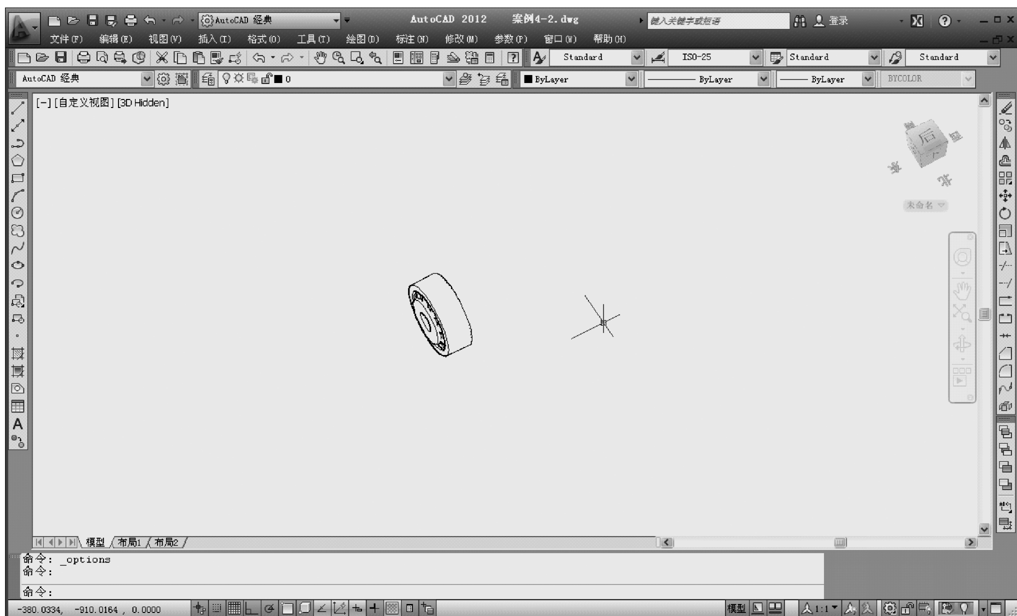


图 4-4　用 vpoint 命令设置视点



操作步骤

选择“视图”/“三维视图”子菜单中的“视点”命令（vpoint），命令行提示如下：

命令：_vpoint　　　//按 Enter 键

当前视图方向：VIEWDIR =354.1736,613.4467,594.3739

指定视点或[旋转(R)]<显示坐标球和三轴架>：r　//输入 r，按 Enter 键

输入 XY 平面中与 X 轴的夹角 <60>：60

//输入 XY 平面中与 X 轴的夹角为 60°，按 Enter 键

输入与 XY 平面的夹角 <40>：60　　//输入与 XY 平面的夹角为 60°，按 Enter 键

3. 使用“三维视图”菜单设置视点

选择“视图”/“三维视图”子菜单中的“俯视”、“仰视””、“左视”、“右视”、“主视”、“后视”、“西南等轴测”、“东南等轴测”、“东北等轴测”和“西北等轴测”命令，从多个方向来观察图形，如图 4-5 所示。此外，用户在“视图”工具栏中也可以同样设置视点，如图 4-6 所示。

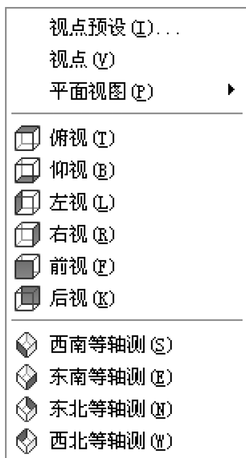


图 4-5 “三维视图”菜单



图 4-6 “视图”工具栏

4.1.3 动态观察

在 AutoCAD 2012 中，选择“视图”/“动态观察”命令中的子命令，可以动态观察视图，如图 4-7 所示。

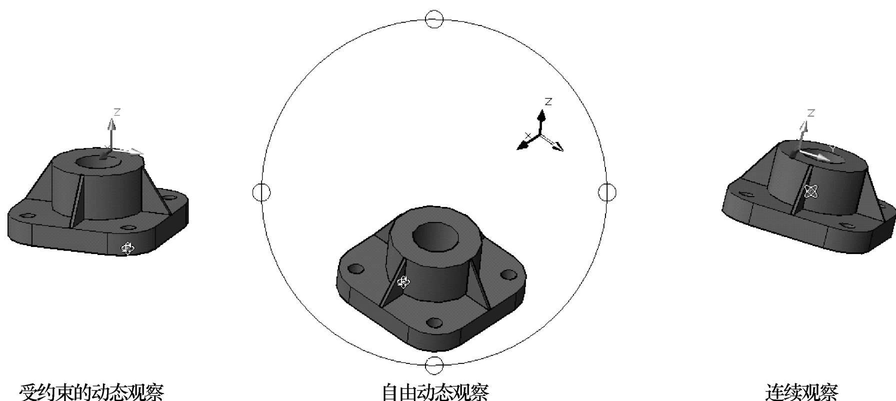


图 4-7 动态观察三维图形

4.1.4 使用相机

实例文件：example\ Ch4\ xiangji .dwg
操作录像：视频\练习\ Ch4\ xiangji .avi

在 AutoCAD 2012 中，相机是新引入的一个对象，用户可以在模型空间放置一台或多台相机来定义 3D 透视图。

1. 创建相机

选择“视图”/“创建相机”命令，可以在视图中创建相机，当指定了相机位置和目标位置后，命令行显示如下提示信息：

输入选项［？/名称（N)/位置（LO)/高度（H)/目标（T)/镜头（LE)/剪裁（C)/视图（V)/退出（X)］＜退出＞：



在该命令提示下，可以指定创建的相机名称、相机位置、高度、目标位置、镜头长度、剪裁方式以及是否切换到相机视图。

使用相机观察如图 4-8 所示的图形。



操作步骤

1）打开如图 4-8 所示的三维图形。

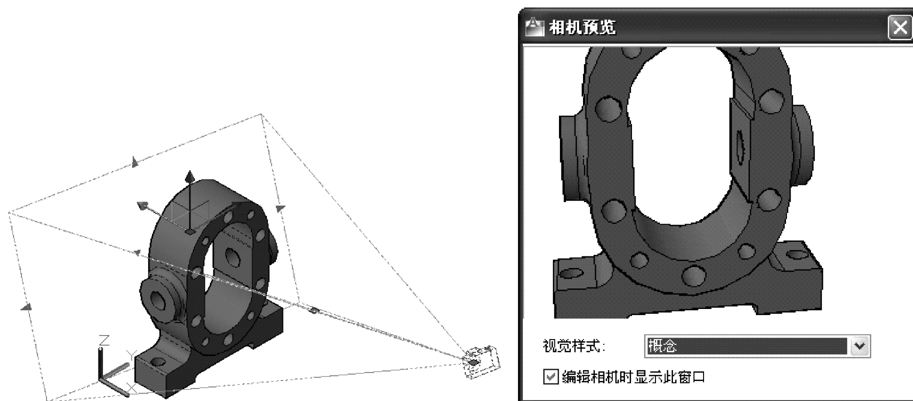


图 4-8　使用相机观察图形

2）选择“视图”/“创建相机”命令，在视图中通过添加相机来观察图形。命令行提示如下：

命令：_camera

当前相机设置：高度 =100 焦距 =100 毫米

指定相机位置：100,100,100

指定目标位置：0,0

输入选项[？/名称(N)/位置(LO)/高度(H)/坐标(T)/镜头(LE)/剪裁(C)/视图(V)/退出(X)]<退出>：N　//选择名称选项

输入新相机的名称<相机 2>：mycamera

输入选项[？/名称(N)/位置(LO)/高度(H)/坐标(T)/镜头(LE)/剪裁(C)/视图(V)/退出(X)]<退出>：H　//选择高度选项

指定相机高度<100>：100　//指定相机的高度

输入选项[？/名称(N)/位置(LO)/高度(H)/坐标(T)/镜头(LE)/剪裁(C)/视图(V)/退出(X)]<退出>：LE　//选择镜头选项

以毫米为单位指定焦距<100>：100　//指定镜头的长度,单位为毫米

输入选项[？/名称(N)/位置(LO)/高度(H)/坐标(T)/镜头(LE)/剪裁(C)/视图(V)/退出(X)]<退出>：　//按 Enter 键

2. 相机预览

在视图中创建了相机后，当选中相机时，将打开“相机预览”窗口。其中，在预览框中显示了使用相机观察到的视图效果。在“视觉样式”下拉列表框中，可以设置预览窗口中图形的三维隐藏、三维线框、概念、真实等视觉样式，如图 4-9 所示。

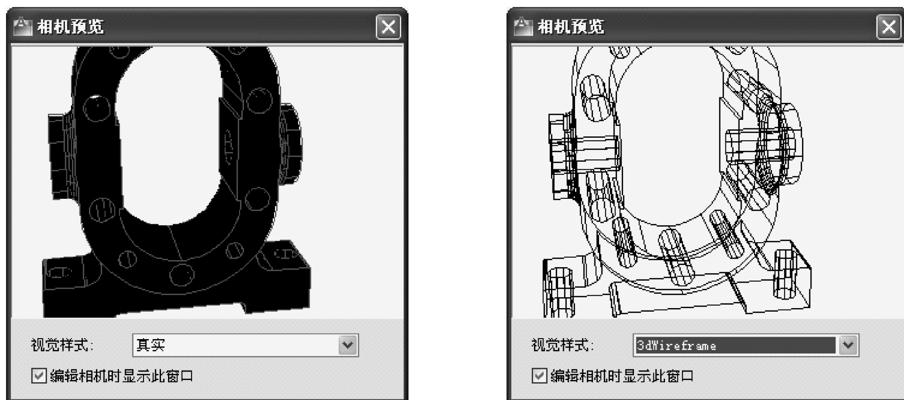


图 4-9 “真实”和“三维线框”视觉样式

3. 运动路径动画

操作录像：视频\练习\Ch4\yundonglujing.avi

在 AutoCAD 2012 中，可以选择“视图”/“运动路径动画”命令，创建相机沿路径运动观察图形的动画，此时将打开“运动路径动画”对话框，如图 4-10 所示。



图 4-10 “运动路径动画”对话框

在“运动路径动画”对话框中，“相机”选项组用于设置相机链接到的点或路径，使相机位于指定点观测图形或沿路径观察图形；“目标”选项组用于设置相机目标链接到的点或路径；“动画设置”选项组用于设置动画的帧频、帧数、持续视觉、分辨率、动画输出格式等选项。

当设置完动画选项后，单击预览按钮，将打开“动画预览”窗口，可以预览动画播放效果。

在如图 4-11 所示图形的 Z 轴正方向上绘制一个圆，并创建动画效果。





操作步骤

1）打开如图4-11所示的图形。在Z轴正方向的某一位置（用户可以自己设定）创建一个圆，然后选择“视图”/“缩放”/“全部”命令，调整视图显示，效果如图4-12所示。

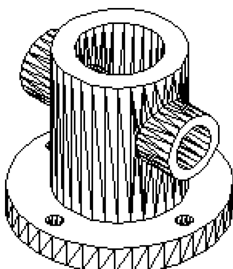


图4-11　机件图形

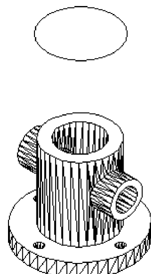


图4-12　绘制圆并调整视图显示

2）选择“视图”/“运动路径动画”命令，打开“运动路径动画”对话框。

3）在“相机”选项区域中选择“路径”单选按钮，并单击“选择路径”按钮切换到绘图窗口，单击绘制的圆作为相机的路径，此时将打开“路径名称”对话框，如图4-13所示，保持默认名称，单击“确定”按钮返回“运动路径动画”对话框。

4）在“目标”选项区域中选择“点”单选按钮，并单击“拾取点”按钮切换到绘图窗口，拾取机件底部圆心作为相机的目标位置，此时将打开“点名称”对话框，如图4-14所示，保持默认名称，单击“确定”按钮返回“运动路径动画”对话框。



图4-13　“路径名称”对话框



图4-14　“点名称”对话框

5）在“动画设置”选项区域的“视觉样式”下拉列表框中选择“概念”，在“格式”下拉列表框中选择WMV，最终设置参数如图4-15所示。



图4-15　“运动路径动画”对话框

6）单击“预览”按钮，预览动画效果，如图 4-16 所示，满意后关闭“动画预览”窗口，返回到“运动路径动画”对话框。



图 4-16 “动画预览”对话框

7）单击“确定”按钮，打开“另存为”对话框，保存动画文件为 pathmove. wmv，这时用户就可以选择一个播放器观看动画播放效果了。

4.1.5 漫游与飞行

在 AutoCAD 2012 中，用户可以在漫游或飞行模式下，通过键盘和鼠标控制视图显示，或创建导航动画。

1. “定位器”选项板

选择“视图”/“漫游”/“飞行”命令，打开“定位器”选项板和“三维漫游导航映射”对话框，如图 4-17 和图 4-18 所示。

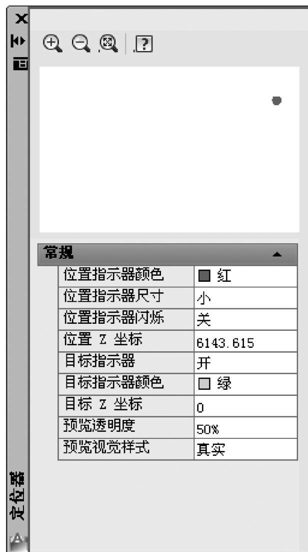


图 4-17 “定位器”选项板



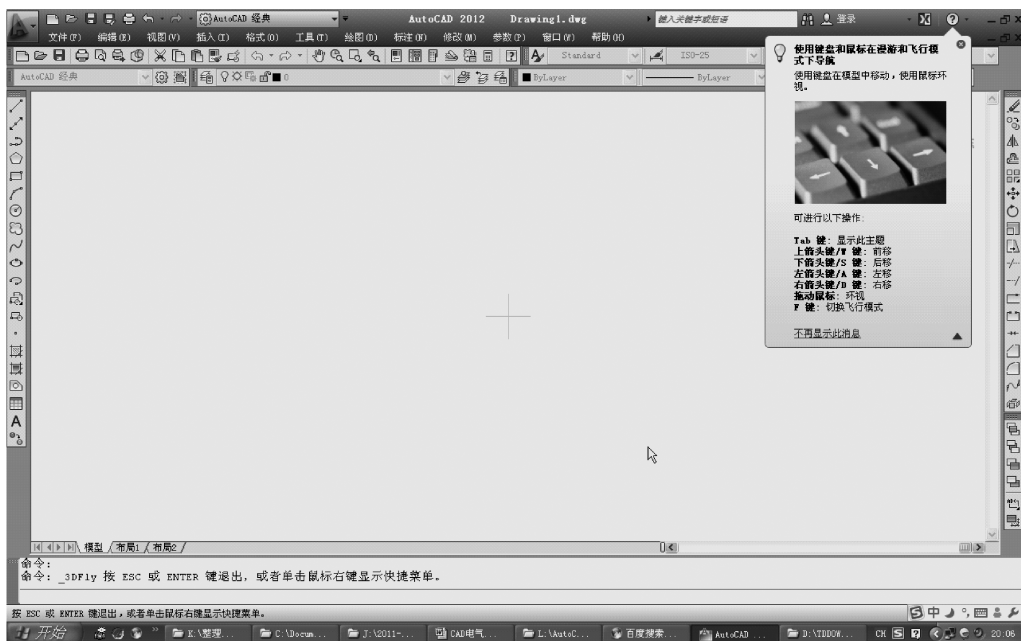


图 4-18　“三维漫游导航映射”对话框

2. 漫游和飞行设置

选择“视图”/“漫游和飞行”命令，打开“漫游和飞行设置”对话框。可以设置显示指令窗口的时机、窗口显示的时间，以及当前图形设置的步长和每秒步数，如图 4-19 所示。

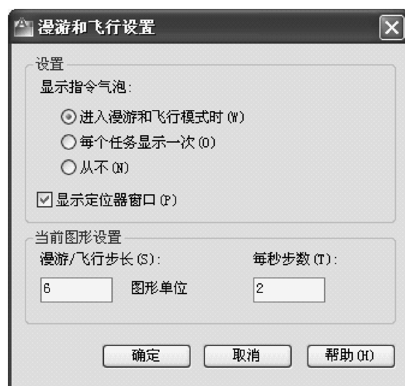


图 4-19　“漫游和飞行设置”对话框

4.1.6　观察三维图形

实例文件：example\ Ch4\ xiaoyin .dwg

在 AutoCAD 中，使用“视图”/“缩放”、“视图”/“平移”子菜单中的命令可以缩放或平移三维图形，以观察图形的整体或局部。其方法与观察平面图形的方法相同。此外，在观测三维图形时，还可以通过旋转、消隐及设置视觉样式等方法来观察三维图形。

1. 消隐图形

在绘制三维曲面及实体时，为了更好地观察效果，可选择“视图”/“消隐”/命令（HIDE），暂时隐藏位于实体背后而被遮挡的部分。

执行消隐操作之后，绘图窗口将暂时无法使用“缩放”和“平移”命令，直到选择“视图”/“重生成”命令重生成图形为止。将如图 4-20 所示的图形消隐。



操作步骤

1）打开如图 4-20 所示的图形。

2）选择“视图”/“消隐”/命令（HIDE），效果如图 4-21 所示。

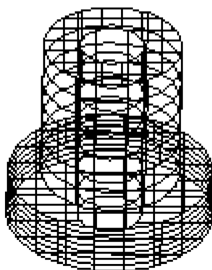


图 4-20 消隐前

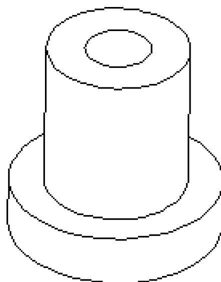


图 4-21 消隐后

2. 使用“视觉样式”菜单观察三维图形

在 AutoCAD 2012 中，用户还可以通过使用“视图”/“视觉样式”/子命令或“视觉样式”工具栏更加真实地观察三维图形，如图 4-22 所示。例如选择“概念”命令观察三维图形，如图 4-23 所示。



图 4-22 “视觉样式”子菜单和工具栏

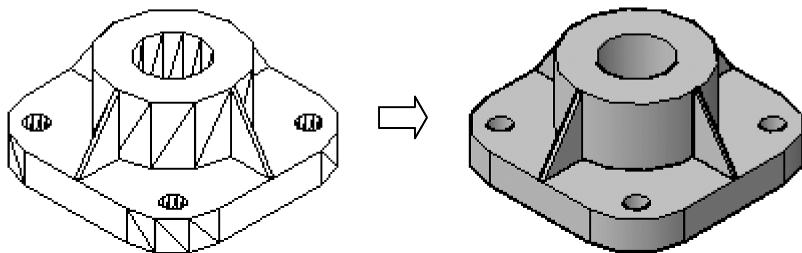


图 4-23 概念视觉样式



4.1.7　绘制三维点

选择“绘图”/“点”命令，或在“绘图”工具栏中单击“点”按钮，然后在命令行中直接输入三维坐标即可绘制三维点。

由于三维图形对象上的一些特殊点，如交点、中点等不能通过输入坐标的方法来实现，可以采用三维坐标下的目标捕捉法来拾取点。

二维图形方式下的所有目标捕捉方式在三维图形环境中可以继续使用。不同之处在于，在三维环境下只能捕捉三维对象的顶面和底面的一些特殊点，而不能捕捉柱体等实体侧面的特殊点，即在柱状体侧面竖线上无法捕捉目标点，因为主体的侧面上的竖线只是帮助显示的模拟曲线。在三维对象的平面视图中也不能捕捉目标点，因为在顶面上的任意一点都对应着底面上的一点，此时的系统无法辨别所选的点究竟在哪个面上。

4.1.8　绘制三维直线和样条曲线

实例文件：example\ Ch4\ yangtiao .dwg

两点决定一条直线。当在三维空间中指定两个点后，如点（0，0，0）和点（1，1，1），这两个点之间的连线即一条 3D 直线。

同样，在三维坐标系下，使用“绘图”/“样条曲线”命令，可以绘制复杂 3D 样条曲线，这时定义样条曲线的点不是共面点。

经过点（0，0，0）、（10，10，10）、（0，0，20）、（－10，－10，30）、（0，0，40）、（10，10，50）和（0，0，60）绘制如图 4-24 所示的样条曲线。

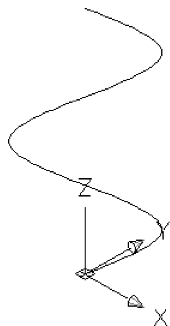


图 4-24　样条曲线



操作步骤

在命令行键入命令 spline，命令行提示如下：

```
命令：_spline
指定第一个点或[对象(O)]：0,0,0
指定下一点：10,10,10
指定下一点或[闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>：0,0,20
指定下一点或[闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>：－10,－10,30
指定下一点或[闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>：0,0,40
指定下一点或[闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>：10,10,50
指定下一点或[闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>：0,0,60
```

指定下一点或[闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>：　//按 Enter 键

4.1.9　绘制三维多段线

实例文件：example\ Ch4\ duoduan.dwg

在二维坐标系下,使用“绘图”/“多段线”命令绘制多段线，尽管各线条可以设置宽度和厚度，但它们必须共面。三维多线段的绘制过程和二维多线段基本相同，但其使用的命令不同，另外在三维多线段中只有直线段，没有圆弧段。选择“绘图”/“三维多段线”命令(3DPOLY)，此时命令行提示依次输入不同的三维空间点，以得到一个三维多段线。

经过点（30，0，0）、（0，0，0）、（0，40，0）和（0，40，20）绘制三维多段线，如图 4-25 所示。

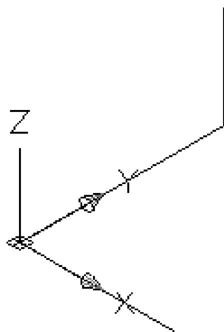


图 4-25　三维多段线



操作步骤

在命令行键入命令 3dpoly，命令行提示如下：

命令：_3dpoly
指定多段线的起点：30,0,0
指定直线的端点或[放弃(U)]：0,0,0
指定直线的端点或[放弃(U)]：0,40,0
指定直线的端点或[闭合(C)/放弃(U)]：0,40,20
指定直线的端点或[闭合(C)/放弃(U)]：　//按 Enter 键

4.1.10　绘制螺旋线

实例文件：example\ Ch4\ luoxuan.dwg

选择“绘图”/“螺旋”命令，可以绘制三维螺旋线。当分别指定了螺旋线底面的中心点、底面半径（或直径）和顶面半径（或直径）后，命令行显示如下提示：

指定螺旋高度或［轴端点（A)/圈数（T)/圈高（H)/扭曲(W)］<1.0000>：

绘制一个底面中心为（0，0），底面半径为 80，顶面半径为 120，圈间距为 30，顺时针旋转 12 圈的螺旋线，如图4-26 所示。

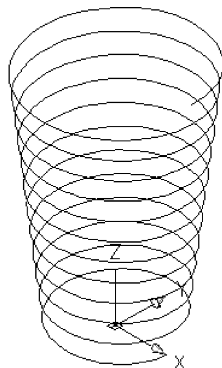


图 4-26　螺旋线





操作步骤

1）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图。

2）选择“绘图”/“螺旋”命令，绘制螺旋线。命令行提示如下：

```
指定底面的中心点：0,0  //指定底面的中心点坐标
指定底面半径或[直径(D)]<1.0000>：80  //指定螺旋线底面的半径
指定顶面半径或[直径(D)]<1.0000>：120  //指定螺旋顶面的半径
指定螺旋高度或[轴端点(A)/圈数(T)/圈高(H)/扭曲(W)]<1.0000>：T
//设置螺旋线的圈数
输入圈数<3.0000>：12//设置螺旋线的圈数为12
指定螺旋高度或[轴端点(A)/圈数(T)/圈高(H)/扭曲(W)]<1.0000>：W
//设置螺旋线的扭曲方向
输入螺旋的扭曲方向[顺时针(CW)/逆时针(CCW)]<CCW>：CW
//设置螺旋线的扭曲方向为顺时针
指定螺旋高度或[轴端点(A)/圈数(T)/圈高(H)/扭曲(W)]<1.0000>：H
//设置螺旋线的圈高
指定螺旋高度或[轴端点(A)/圈数(T)/圈高(H)/扭曲(W)]<1.0000>：30
//设置螺旋线的圈高为30
```

4.2　绘制三维网格和实体

在AutoCAD中，不仅可以绘制三维曲面，还可以绘制旋转网格、平移网格、直纹网格和边界网格。使用“绘图”/“建模”/“网格”子菜单中的命令绘制这些曲面。

4.2.1　绘制平面曲面

实例文件：example\ Ch4\ huizhimian.dwg

在AutoCAD 2012中，选择“绘图”/“建模”/“平面曲面”命令（PLANESURF），可以创建平面曲面或将对象转换为平面对象。

绘制平面曲面时，命令行显示如下提示信息：

指定第一个角点或［对象（O）］＜对象＞：

在该提示信息下，如果直接指定点可绘制平面曲面，此时还需要在命令行的“指定其他角点：”提示信息下输入其他角点坐标。如果要将对象转换为平面曲面，可以选择“对象（O）”选项，然后在绘图窗口中选择对象即可。

将图4-27左图所示对象转化右图所示效果的平面曲面。

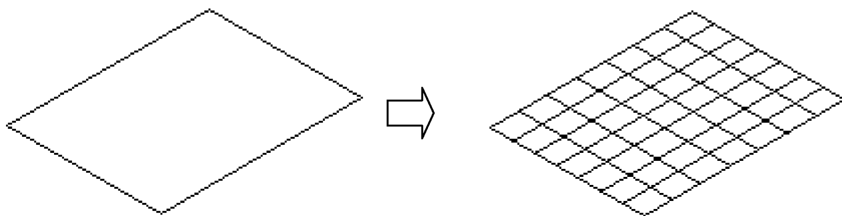


图4-27　将对象转化为平面曲面



操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“平面曲面”命令，命令行提示如下：

命令：_Planesurf
指定第一个角点或[对象(O)]<对象>：o
选择对象：找到 1 个 //选择对象
选择对象： //按 Enter 键

4.2.2 绘制三维面

实例文件：example\ Ch4\ sanwei.dwg

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“三维面”命令(3DFACE)，可以绘制三维面。三维面是三维空间的表面，它没有厚度，也没有质量属性。由“三维面”命令创建的每个面的各顶点可以有不同的 Z 坐标，但构成各个面的顶点最多不能超过 4 个。如果构成面的 4 个顶点共面，消隐命令认为该面是不透明的可以消隐。反之，消隐命令对其无效。

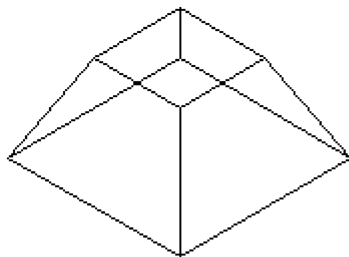


图 4-28 绘制的三维面

绘制如图 4-28 所示的三维面。



操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“三维面”命令（3DFACE），命令行提示如下：

命令：_3dface 指定第一点或[不可见(I)]：60,40,0
指定第二点或[不可见(I)]：80,60,40
指定第三点或[不可见(I)]<退出>：80,100,40
指定第四点或[不可见(I)]<创建三侧面>：60,120,0
指定第三点或[不可见(I)]<退出>：140,120,0
指定第四点或[不可见(I)]<创建三侧面>：120,100,40
指定第三点或[不可见(I)]<退出>：120,60,40
指定第四点或[不可见(I)]<创建三侧面>：140,40,0
指定第三点或[不可见(I)]<退出>：60,40,0
指定第四点或[不可见(I)]<创建三侧面>：80,60,40
指定第三点或[不可见(I)]<退出>： //按 Enter 键

4.2.3 绘制三维网格

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“三维网格”命令（3DMESH），可以根据指定的 *M* 行 *N* 列个顶点和每一顶点的位置生成三维空间多边形网格。*M* 和 *N* 的最小值为 2，表明定义多边形网格至少要 4 个点，其最大值为 256。

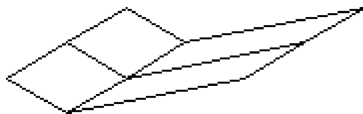


图 4-29 三维网格

绘制如图 4-29 所示的三维网格表面。




操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“三维网格”命令（3DMESH），命令行提示如下：

命令：3DMESH
输入 M 方向上的网格数量：3
输入 N 方向上的网格数量：3
为顶点(0,0)指定位置：10,10,10　　//指定第一行第一列的点，按 Enter 键
为顶点(0,1)指定位置：10,20,10　　//指定第一行第二列的点，按 Enter 键
为顶点(0,2)指定位置：10,30,10　　//指定第一行第三列的点，按 Enter 键
为顶点(1,0)指定位置：20,10,10　　//指定第二行第一列的点，按 Enter 键
为顶点(1,1)指定位置：20,20,10　　//指定第二行第二列的点，按 Enter 键
为顶点(1,2)指定位置：20,30,10　　//指定第二行第三列的点，按 Enter 键
为顶点(2,0)指定位置：30,30,10　　//指定第三行第一列的点，按 Enter 键
为顶点(2,1)指定位置：30,40,10　　//指定第三行第二列的点，按 Enter 键
为顶点(2,2)指定位置：30,50,10　　//指定第三行第三列的点，按 Enter 键

4.2.4　绘制旋转网格

实例文件：example\ Ch4\ xuanzhuan.dwg

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“旋转网格”命令（REVSURF），可以将曲线绕旋转轴旋转一定的角度，形成旋转曲面。

在 SURFTAB1 = 30、SURFTAB2 = 30 的设置下，将图 4-30 中左图的曲线绕直线旋转 360°，得到右图所示的旋转图形。

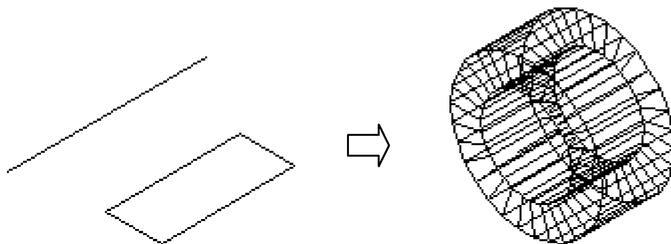


图 4-30　旋转网格


操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“旋转网格”命令（REVSURF），命令行提示如下：

命令：_revsurf
当前线框密度：SURFTAB1 = 30　SURFTAB2 = 30
选择要旋转的对象：　　//选择多段线
选择定义旋转轴的对象：　//选择直线
指定起点角度 <0>：　　//按 Enter 键
指定包含角(+ = 逆时针，− = 顺时针) <360>：　//按 Enter 键

4.2.5　绘制平移网格

实例文件：example\ Ch4\ pingyi.dwg

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“平移网格”命令（RULESURF），可以将路径曲线沿方

向矢量方向平移后构成平移曲面。

以图 4-31 作为草图的轮廓线和方向线绘制如图 4-32 所示的向下平移曲面。

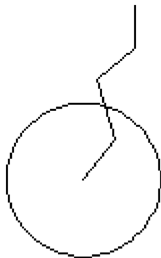


图 4-31　作为草图的轮廓线和方向线

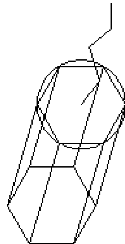


图 4-32　向下平移后的曲面



操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“平移网格” 命令（RULESURF），命令行提示如下：

命令：_tabsurf

当前线框密度：SURFTAB1 =6

选择用作轮廓曲线的对象：　　//选择如图 4-31 所示的圆

选择用作方向矢量的对象：　　//选择如图 4-31 所示的多段线

4.2.6　绘制直纹网格

实例文件：example\ Ch4\ zhiwen.dwg

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“直纹网格” 命令（RULESURF），可以在两条曲线之间用直线连接从而形成直纹曲面。

绘制如图 4-34 所示的直纹网格。

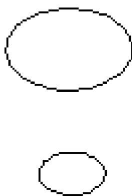
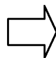


图 4-33　作为草图的圆



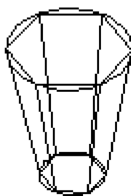


图 4-34　生成的直纹网格



操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“直纹网格” 命令（RULESURF），命令行提示如下：

命令：_rulesurf

当前线框密度：SURFTAB1 =6

选择第一条定义曲线：　　//选择图 4-33 中的大圆

选择第二条定义曲线：　　//选择图 4-34 中的小圆

4.2.7　绘制边界网格

实例文件：example\ Ch4\ bianjie.dwg

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“边界网格” 命令（EDGESURF），可以使用 4 条首尾连

接的边创建三维多边形网格。这时可在命令行的“选择用作曲面边界的对象 1：”提示信息下选择第一条曲线，在命令行的“选择用作曲面边界的对象 2：”提示信息下选择第二条曲线，在命令行的“选择用作曲面边界的对象 3：”提示信息下选择第三条曲线，在命令行的“选择用作曲面边界的对象 4：”提示信息下选择第四条曲线。

通过对图 4-35 左图的边界曲线使用“边界网格”命令，绘制得到右图所示效果的边界网格。

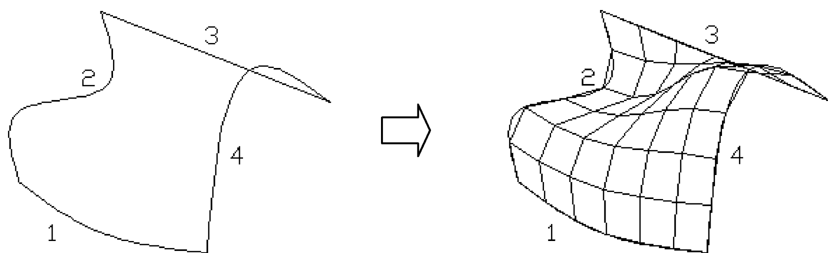


图 4-35　创建边界网格



操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“网格”/“边界网格”命令（EDGESURF），命令行提示如下：

命令：_edgesurf
当前线框密度：SURFTAB1 = 6　SURFTAB2 = 6
选择用作曲面边界的对象 1：　//选择第 1 条边界线
选择用作曲面边界的对象 2：　//选择第 2 条边界线
选择用作曲面边界的对象 3：　//选择第 3 条边界线
选择用作曲面边界的对象 4：　//选择第 4 条边界线

4.2.8　绘制多段体

实例文件：example\ Ch4\ duoduanti.dwg

在 AutoCAD 2012 中，选择“绘图”/“建模”/“多段体”/命令（POLYSOLID），可以创建实体或将对象转换为实体。

绘制多实体时，命令行显示如下提示信息：

指定起点或[对象(O)/高度(H)/宽度(W)/对正(J)] <对象>：

选择“高度”选项，可以设置实体的高度；选择“宽度”选项，可以设置实体的宽度；选择“对正”选项，可以设置实体的对正方式，如左对正、居中和右对正，默认为居中对正。当设置了高度、宽度和对正方式后，可以通过指定点来绘制多实体，也可以选择“对象”选项将图形转换为多段体。

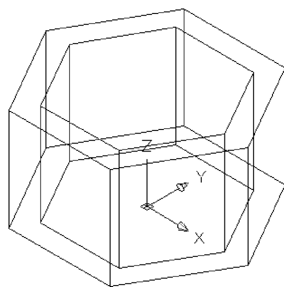


图 4-36　多边形多段体

绘制如图 4-36 所示的多边形多段体。



操作步骤

1）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图。

2）在绘图工具栏中单击正多边形按钮，以点（0，0）为中心，绘制一个边数为6，内切圆半径为 150 的正六边形。

3）选择“绘图”/“建模”/“多段体”命令（POLYSOLID），绘制多段体，命令行提示如下：

```
命令：_Polysolid 高度 =80.0000,宽度 =5.0000,对正 = 居中
指定起点或[对象(O)/高度(H)/宽度(W)/对正(J)]<对象>：H
//设定多段体的高度
指定高度<80.0000>：150
高度 =150.0000,宽度 =5.0000,对正 = 居中
指定起点或[对象(O)/高度(H)/宽度(W)/对正(J)]<对象>：W
//设定多段体的宽度
指定宽度<5.0000>：30
高度 =150.0000,宽度 =30.0000,对正 = 居中
指定起点或[对象(O)/高度(H)/宽度(W)/对正(J)]<对象>：J
//设定多段体的对正方式
输入对正方式[左对正(L)/居中(C)/右对正(R)]<居中>：R
//设置对正方式为右对正
高度 =150.0000,宽度 =30.0000,对正 = 右对齐
指定起点或[对象(O)/高度(H)/宽度(W)/对正(J)]<对象>：    //按 Enter 键
选择对象：    //单击视图中绘制的多边形
```

4.2.9　绘制长方体

实例文件：example\ Ch4\ changfang.dwg

选择“绘图”/“建模”/“长方体”命令（BOX），或在“建模”工具栏中单击“长方体”按钮，都可以绘制长方体。

绘制一个 200×120×150 的长方体，如图 4-37 所示。

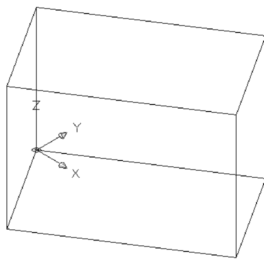


图 4-37　绘制的长方体


操作步骤

选择“绘图”/“建模”/“长方体”命令（BOX），或在“建模”工具栏中单击“长方体”命令按钮，命令行提示如下：

```
命令：_box
指定第一个角点或[中心(C)]：0,0,0
```



指定其他角点或[立方体(C)/长度(L)]:L //按 Enter 键
指定长度:200 //指定长方体的长度,按 Enter 键
指定宽度:120 //指定长方体的宽度,按 Enter 键
指定高度或[两点(2P)]:150 //指定长方体的高度,按 Enter 键
选择"视图"/"三维视图"/"东南等轴测"命令,切换到三维东南等轴测视图,观察绘制的长方体。

4.2.10 绘制楔体

实例文件:example\ Ch4\ xieti.dwg

在 AutoCAD 2012 中,虽然创建"长方体"和"楔体"的命令不同,但创建方法却相同,因为楔体是长方体沿对角线切成两半后的结果。

绘制一个 200×120×150 的楔体,如图 4-38 所示。

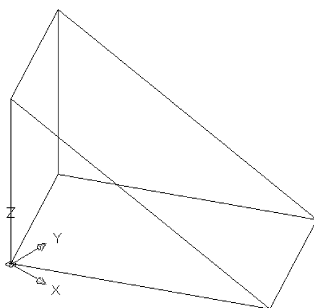


图 4-38 绘制的楔体



操作步骤

1)选择"绘图"/"建模"/"楔体"命令,或在"建模"工具栏中单击"楔体"命令按钮,命令行提示如下:

命令:_wedge
指定第一个角点或[中心(C)]:0,0,0
指定其他角点或[立方体(C)/长度(L)]:L
指定长度:200 //指定长方体的长度
指定宽度:120 //指定长方体的宽度
指定高度或[两点(2P)]:150 //指定长方体的高度

2)选择"视图"/"三维视图"/"东南等轴测"命令,切换到三维东南等轴测视图,观察绘制的楔体。

4.2.11 绘制圆柱体

实例文件:example\Ch4\ yuanzhu.dwg

选择"绘图"/"建模"/"圆柱体"命令(CYLINDER),或在"建模"工具栏中单击"圆柱体"按钮,可以绘制圆柱体或椭圆柱体。

绘制一个半径为 30,高为 60 的圆柱体,如图 4-39 所示。

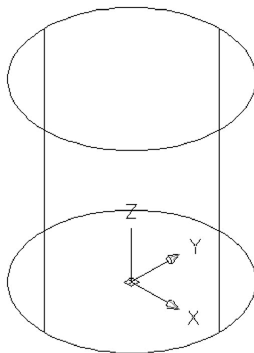


图 4-39　圆柱体

 **操作步骤**

1）选择“绘图”/“建模”/“圆柱体”命令（CYLINDER），或在“建模”工具栏中单击“圆柱体”按钮，命令行提示如下：

命令：_cylinder

指定底面的中心点或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]：0,0,0

//确定圆柱体底面的中心

指定底面半径或[直径(D)]<默认值>：30　//指定底面半径

指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)]<默认值>：60　//指定圆柱体的高度

2）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图，观察绘制的圆柱体。

4.2.12　绘制圆锥体

实例文件：example\Ch4\ yuanzhui.dwg

选择“绘图”/“建模”/“圆锥体”命令（CONE），或在“建模”工具栏中单击“圆锥体”按钮，即可绘制圆锥体或椭圆形锥体。

绘制一个半径为 100，高为 200 的圆锥体，如图 4-40 所示。

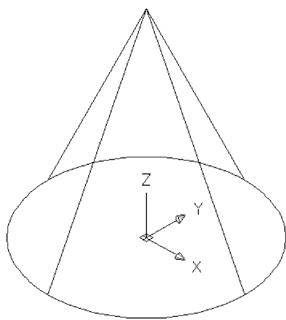


图 4-40　圆锥体

 **操作步骤**

1）选择“绘图”/“建模”/“圆锥体”命令（CONE），或在“建模”工具栏中单击“圆



锥体”按钮，命令行提示如下：

命令：_cone
指定底面的中心点或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]：0,0,0
//确定圆锥体底面的中心
指定底面半径或[直径(D)]：100　//指定底面半径
指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)/顶面半径(T)]：200　//指定圆锥体的高度

2）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图，观察绘制的圆柱体。

4.2.13　绘制球体

实例文件：example\Ch4\ qiuti.dwg

选择“绘图”/“建模”/“球体”命令（SPHERE），或在“建模”工具栏中单击“球体”按钮，都可以绘制球体。这时只需要在命令行的“指定中心点或［三点（3P）/两点（2P）/相切、相切、半径（T）]:”提示信息下指定球体的球心位置，在命令行的“指定半径或［直径（D）]:”提示信息下指定球体的半径或直径就可以了。

绘制球体时可以通过改变 ISOLINES 变量，来确定每个面上的线框密度。

绘制一个半径为 300 的球体，如图 4-41 所示。

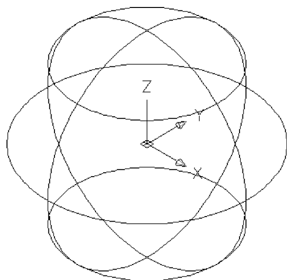


图 4-41　球体



操作步骤

1）选择“绘图”/“建模”/“球体”命令（SPHERE），或在“建模”工具栏中单击“球体”按钮，命令行提示如下：

命令：_sphere
指定中心点或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]：0,0,0　//确定球心
指定半径或[直径(D)]：300　//确定球体半径

2）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图，观察绘制的球体。

4.2.14　绘制圆环体

实例文件：example\Ch4\ yuanhuanti.dwg

选择“绘图”/“建模”/“圆环体”命令（TORUS），或在“建模”工具栏中单击“圆环体”按钮，都可以绘制圆环实体，此时需要指定圆环的中心位置、圆环的半径或直径，以及圆管的半径或直径。

绘制一个半径为 120，管径为 20 的圆环体，如图 4-42 所示。

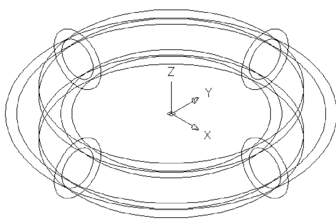


图 4-42　圆环体



操作步骤

1）选择“绘图”/“建模”/“圆环体”命令（TORUS），或在“建模”工具栏中单击“圆环体”按钮，命令行提示如下：

命令：_torus
指定中心点或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]：0,0,0//确定圆环中心
指定半径或[直径(D)]<130.0000>：120　//指定圆环半径
指定圆管半径或[两点(2P)/直径(D)]<25.0000>：20　//指定圆管半径

2）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图，观察绘制的圆环体。

4.2.15　绘制棱锥面

实例文件：example\Ch4\ lengzhui.dwg

选择“绘图”/“建模”/“棱锥面”命令（PYRAMID），或在“建模”工具栏中单击“棱锥面”按钮，即可绘制棱锥面。

绘制一个底面半径为 100，高为 200 的棱锥面，如图 4-43 所示。

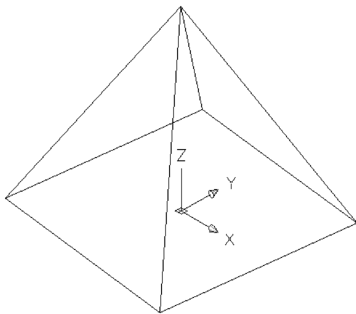


图 4-43　棱锥面



操作步骤

1）选择“绘图”/“建模”/“棱锥面”命令（PYRAMID），或在“建模”工具栏中单击“棱锥面”按钮，命令行提示如下：

命令：_pyramid
4 个侧面　外切



指定底面的中心点或[边(E)/侧面(S)]：0,0,0　//指定底面的中心

指定底面半径或[内接(I)]：100　//指定底面半径

指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)/顶面半径(T)]：200　//指定高度

2）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图，观察绘制的棱锥面。

4.2.16　拉伸

实例文件：example\Ch4\lashen.dwg

在 AutoCAD 2012 中，选择“绘图”/“建模”/“拉伸”命令（EXTRUDE），可以将 2D 对象沿 Z 轴或某个方向拉伸成实体。拉伸对象被称为断面，可以是任何 2D 封闭多段线、圆、椭圆、封闭样条曲线和面域，多段线对象的顶点数不能超过 500 个且不小于 3 个。

默认情况下，可以沿 Z 轴方向拉伸对象，这时需要指定拉伸的高度和倾斜角度。其中，拉伸高度值可以为正或为负，它们表示了拉伸的方向。拉伸角度也可以为正或为负，其绝对值不大于 90°，默认值为 0°，表示生成的实体的侧面垂直于 XY 平面，没有锥度。如果为正，将产生内锥度，生成的侧面向里靠；如果为负，将产生外锥度，生成的侧面向外将图 4-44 左图所示的正六边形进行拉伸得右图。

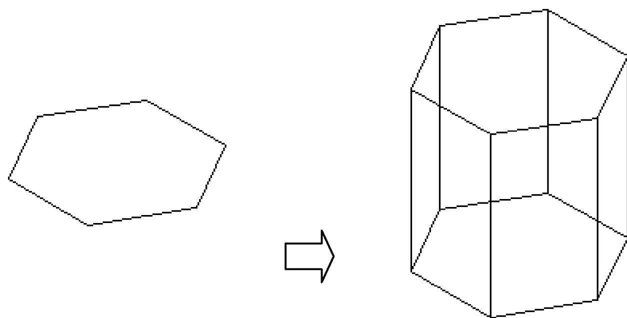


图 4-44　拉伸正六边形

操作步骤

1）选择“绘图”/“建模”/“拉伸”命令（EXTRUDE），或在“建模”工具栏中单击“拉伸”按钮，命令行提示如下：

命令：_extrude

当前线框密度：ISOLINES = 4

选择要拉伸的对象：找到 1 个

选择要拉伸的对象：//选择正六边形

指定拉伸的高度或[方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)] <800.0000>：T

指定拉伸的倾斜角度 <0>：0　//指定拉伸的倾斜角度

指定拉伸的高度或[方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)] <800.0000>：300　//指定拉伸的高度

2）选择“视图”/“三维视图”/“东南等轴测”命令，切换到三维东南等轴测视图，观察绘制的正六边体。

4.3 编辑和渲染三维对象

在 AutoCAD 2012 中，可以使用三维编辑命令，在三维空间中移动、复制、镜像、对齐以及阵列三维对象，剖切实体以获取实体的截面，编辑它们的面、边或体。在绘图过程中，为了使实体对象看起来更加清晰，可以消除图形中的隐藏线，但要创建更加逼真的模型图像，就需要对三维实体对象进行渲染处理，增加色泽感。

4.3.1 三维移动

实例文件：example\Ch4\yidong.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“三维移动”命令（3DMOVE），或在“建模”工具栏中单击“三维移动”按钮，可以移动三维对象。

将图 4-45 所示图形由点（0，0，0）移动到点（30，40，30）。

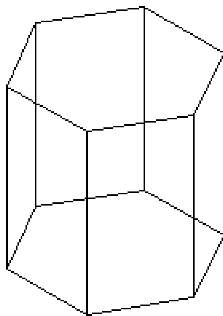


图 4-45　在三维空间中的移动对象



操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“三维移动”命令（3DMOVE），或在“建模”工具栏中单击“三维移动”按钮，命令行提示如下：

```
命令：_3dmove
选择对象：找到 1 个
选择对象：
指定基点或[位移(D)]<位移>： 0,0,0  //指定基点
指定第二个点或<使用第一个点作为位移>：30,40,30  //指定第二个点
```

4.3.2 三维旋转

选择“修改”/“三维操作”/“三维旋转”命令（3DROTATE），或在“建模”工具栏中单击“三维旋转”按钮，可以使对象绕三维空间中任意轴（X 轴、Y 轴或 Z 轴）、视图、对象或两点旋转。

将图 4-46 左图所示的图形绕 X 轴旋转 45°得到右图。



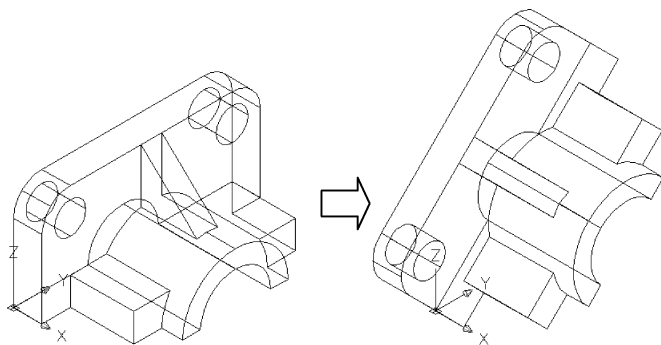


图4-46　旋转对象



操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“三维旋转”命令（3DROTATE），或在“建模”工具栏中单击“三维旋转”按钮，命令行提示如下：

命令：_3drotate
UCS 当前的正角方向：　ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0
选择对象：　//选择旋转对象
选择对象：找到 1 个
选择对象：　//按 Enter 键
指定基点：0,0　//指定旋转的基点
拾取旋转轴：　　//拾取 X 轴
指定角的起点或键入角度：0,0　//指定角的起点
指定角的端点：1,1　//指定角的端点

4.3.3　对齐位置

实例文件：example\Ch4\duiqi.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“三维对齐”命令（3DALIGN），可以对齐对象。

将图4-47左图所示的图形进行对齐操作得到右图。

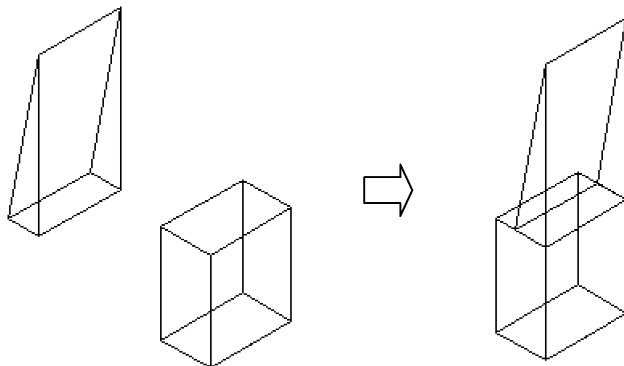


图4-47　在三维空间中对齐操作



操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“三维对齐”命令（3DALIGN），命令行提示如下：

命令：_3dalign
选择对象： //选择对象
选择对象：找到 1 个
选择对象： //按 Enter 键
指定源平面和方向...
指定基点或[复制(C)]： //如图 4-48 所示
指定第二个点或[继续(C)]<C>： //如图 4-49 所示
指定第三个点或[继续(C)]<C>： //按 Enter 键
指定目标平面和方向...
指定第一个目标点： //如图 4-50 所示
指定第二个目标点或[退出(X)]<X>： //如图 4-51 所示
指定第三个目标点或[退出(X)]<X>： //按 Enter 键

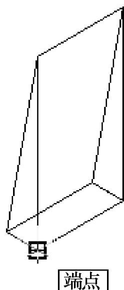


图 4-48 捕捉基点

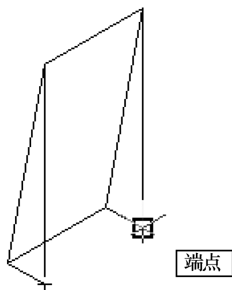


图 4-49 捕捉第二个点

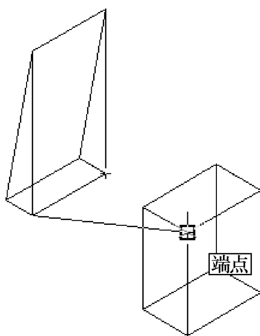


图 4-50 捕捉第一个目标点

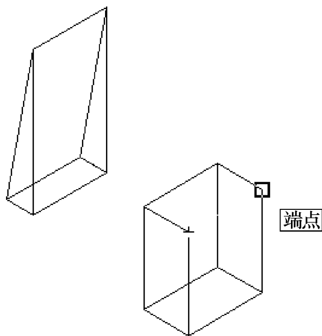


图 4-51 捕捉第二个目标点

4.3.4 三维镜像

实例文件：example\Ch4\jingxiang.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“三维镜像”命令（MIRROR3D），可以在三维空间中将指定对象相对于某一平面镜像。执行该命令并选择需要进行镜像的对象，然后指定镜像面。镜像面可以通过 3 点确定，也可以是对象、最近定义的面、Z 轴、视图、XY 平面、YZ 平面和 ZX 平面。



对图 4-52 左图所示的图形进行镜像操作，得到右图所示的结果。

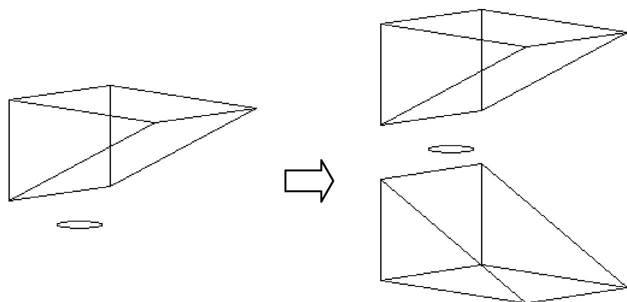


图 4-52　镜像实体对象



操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“三维镜像”命令（MIRROR3D），命令行提示如下：

命令：_mirror3d

选择对象：　//选择对象

选择对象：找到 1 个

选择对象：　//按 Enter 键

指定镜像平面(三点)的第一个点或[对象(O)/最近的(L)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)]<三点>：O　//选择“对象”选项

选择圆、圆弧或二维多段线线段：　//选择圆，按 Enter 键

是否删除源对象？[是(Y)/否(N)]<否>：　//按 Enter 键

4.3.5　三维阵列

实例文件：example\Ch4\zhenlie.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“三维阵列”命令（3DARRAY），可以在三维空间中使用环形阵列或矩形阵列方式复制对象。

1. 矩形阵列

在命令行的“输入阵列类型［矩形（R)/环形（P)］<矩形>：”提示下，选择“矩形”选项或者直接回车，可以以矩形阵列方式复制对象，此时需要依次指定阵列的行数、列数，阵列的层数、行间距、列间距及层间距。其中，矩形阵列的行、列、层分别沿着当前 UCS 的 X 轴、Y 轴和 Z 轴的方向；输入某方向的间距值为正值时，表示将沿相应坐标轴的正方向阵列，否则沿反方向阵列。

2. 环形阵列

在命令行的“输入阵列类型［矩形（R)/环形（P)］<矩形>：”提示下，选择“环形（P)”选项，可以以环形阵列方式复制对象，此时需要输入阵列的项目个数，并指定环形阵列的填充角度，确认是否要进行自身旋转，然后指定阵列的中心点及旋转轴上的另一点，确定旋转轴。

在图 4-53 左图所示的长方体（150×80×15）中创建 9 个半径为 8 的圆孔。

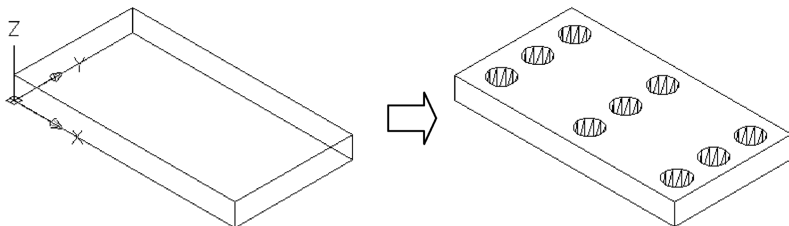


图 4-53　阵列圆孔



操作步骤

1）选择“绘图”/“建模”/“圆柱体”命令（CYLINDER），或在“建模”工具栏中单击“圆柱体”按钮，命令行提示如下：

命令：_cylinder

指定底面的中心点或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)/椭圆(E)]：17,15,0

//指定圆柱体底面的中心点

指定底面半径或[直径(D)]<8.0000>：　//指定圆柱体底面半径

指定高度或[两点(2P)/轴端点(A)]<20.0000>：15

//指定圆柱体的高度，如图 4-54 所示

2）选择“修改”/“三维操作”/“三维阵列”命令（3DARRAY），命令行提示如下：

命令：_3darray

选择对象：　//选择对象

选择对象：找到 1 个

选择对象：　//按 Enter 键

输入阵列类型[矩形(R)/环形(P)]<矩形>：R

输入行数(---)<1>：3　//输入行数，按 Enter 键

输入列数(|||)<1>：3　//输入列数，按 Enter 键

输入层数(...)<1>：1　//输入层数，按 Enter 键

指定行间距(---)：25　//指定行间距，按 Enter 键

指定列间距(|||)：60　//指定列间距，按 Enter 键，如图 4-55 所示

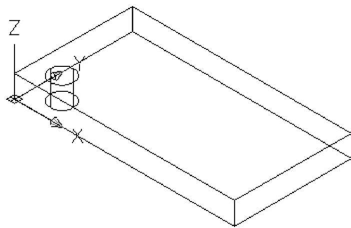


图 4-54　绘制圆柱体

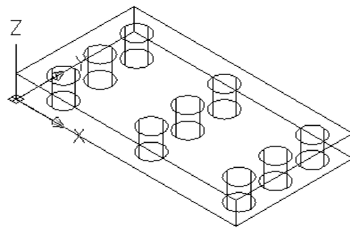


图 4-55　阵列复制效果

3）选择“修改”/“实体编辑”/“差集”命令，对原图形与新绘制的 9 个圆柱体做差集运算，然后再选择“视图”/“消隐”命令消隐图形。

4.3.6　三维实体的布尔运算

实例文件：example\Ch4\buer.dwg

在 AutoCAD 2012 中，可以对三维基本实体进行并集、差集、交集和干涉 4 种布尔运算，



来创建复杂实体。

1. 并集运算

选择“修改”/“实体编辑”/“并集”命令（UNION），或在“实体编辑”工具栏中单击“并集”按钮，就可以通过组合多个实体生成一个新实体。该命令主要用于将多个相交或相接触的对象组合在一起。当组合一些不相交的实体时，其显示效果看起来还是多个实体，但实际上却被当作一个对象。在使用该命令时，只需要依次选择待合并的对象即可。

对图4-56左图所示的各实体求并集得到右图。

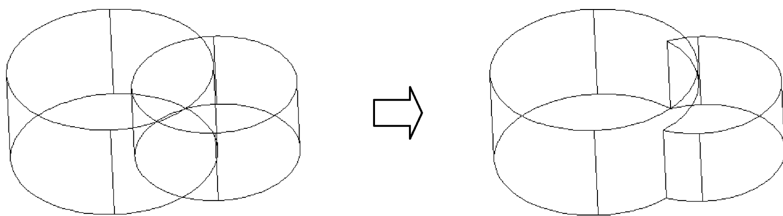


图4-56　对实体求并集



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“并集”命令（UNION），或在“实体编辑”工具栏中单击“并集”按钮，命令行提示如下：

命令：_union
选择对象：　//选择实体
选择对象：指定对角点：找到2个
选择对象：　//按Enter键结束

2. 差集运算

实例文件：example\Ch4\ chaji.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“差集”命令（SUBTRACT），或在“实体编辑”工具栏中单击“差集”按钮，即可从一些实体中去掉部分实体，从而得到一个新的实体。

对图4-57左图所示的各实体求差集得到右图。

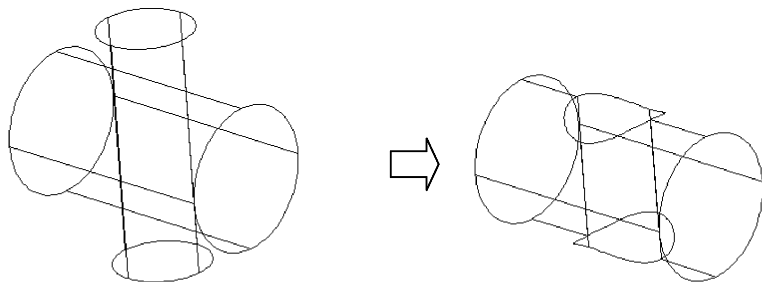


图4-57　对实体求差集



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“差集”命令（SUBTRACT），或在“实体编辑”工具栏中单击“差集”按钮，命令行提示如下：

命令：_subtract 选择要从中减去的实体或面域...
选择对象： //选择较粗的圆柱体
选择对象：找到 1 个
选择对象： //按 Enter 键结束
选择要减去的实体或面域..
选择对象： 选择较细的圆柱体
选择对象：找到 1 个
选择对象： //按 Enter 键结束

3. 交集运算

实例文件：example\Ch4\ jiaoji.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“交集”命令（INTERSECT），或在“实体编辑”工具栏中单击“交集”按钮，就可以利用各实体的公共部分创建新实体。

对图 4-58 左图所示的各实体求交集得到右图。

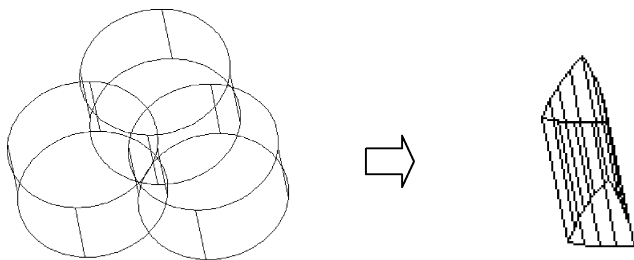


图 4-58　对实体求交集



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“交集”命令（INTERSECT），或在“实体编辑”工具栏中单击“交集”按钮，命令行提示如下：

命令：_intersect
选择对象： //选择实体对象
选择对象：指定对角点：找到 3 个
选择对象： //按 Enter 键结束

4. 干涉检查

实例文件：example\Ch4\ ganshe.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“干涉检查”命令（INTERFERE），就可以对对象进行干涉检查。把原实体保留下来，并用两个实体的交集生成一个新实体。

对图 4-59 左图所示的各实体求干涉检查得到右图。



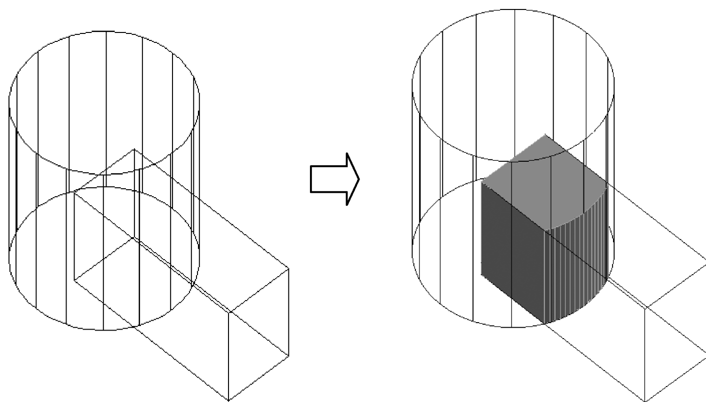


图 4-59　对实体求干涉检查


操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“干涉检查”命令（INTERFERE），命令行提示如下：

命令：_interfere
选择第一组对象或[嵌套选择(N)/设置(S)]：//选择粗圆柱体
选择第一组对象或[嵌套选择(N)/设置(S)]：找到 1 个
选择第一组对象或[嵌套选择(N)/设置(S)]：//按 Enter 键结束
选择第二组对象或[嵌套选择(N)/检查第一组(K)] <检查>：//选择细圆柱体
选择第二组对象或[嵌套选择(N)/检查第一组(K)] <检查>：找到 1 个
选择第二组对象或[嵌套选择(N)/检查第一组(K)] <检查>：
//按 Enter 键结束


单击表格并通过鼠标拖动可以对行宽、列宽进行适当调整。“干涉检查”对话框如图 4-60 所示。

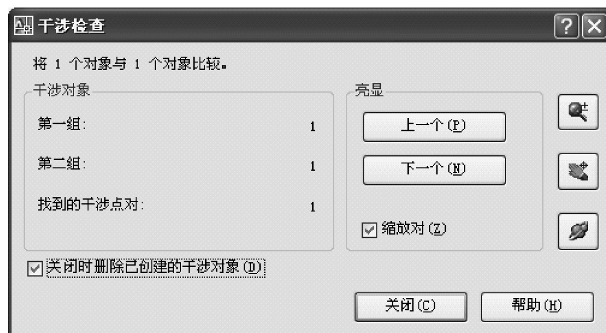


图 4-60　“干涉检查”对话框

4.3.7　对实体修倒角和圆角

实例文件：example\Ch4\ daojiao.dwg

选择“修改”/“圆角”命令（FILLET），可以为实体的棱边修圆角，从而在两个相邻面

间生成一个圆滑过渡的曲面。在为几条交于同一个点的棱边修圆角时，如果圆角半径相同，则会在该公共点上生成球面的一部分。

选择“修改”/“倒角”命令（CHAMFER），可以对实体的棱边修倒角，从而在两相邻曲面间生成一个平坦的过渡面。

对图 4-61 左图所示图形的棱边 a、b、c 修圆角得到右图。

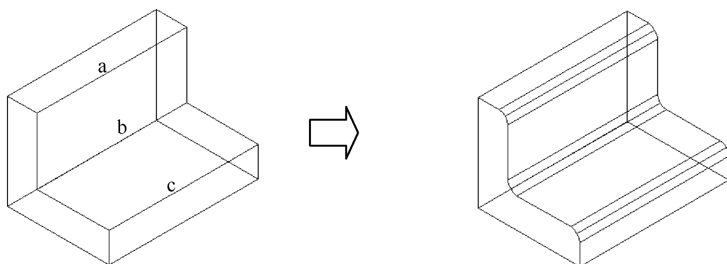


图 4-61　对实体修圆角


操作步骤

选择“修改”/“圆角”命令（FILLET），命令行提示如下：

命令：_fillet

当前设置：模式 = 修剪，半径 =5.0000

选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]：//选择棱边 a

输入圆角半径 <5.0000>：15

选择边或[链(C)/半径(R)]： //选择棱边 b

选择边或[链(C)/半径(R)]： //选择棱边 c

选择边或[链(C)/半径(R)]： //按 Enter 键结束

对如图 4-62 左图所示图形的棱边 e、f、g、h 修倒角得到右图所示的效果。

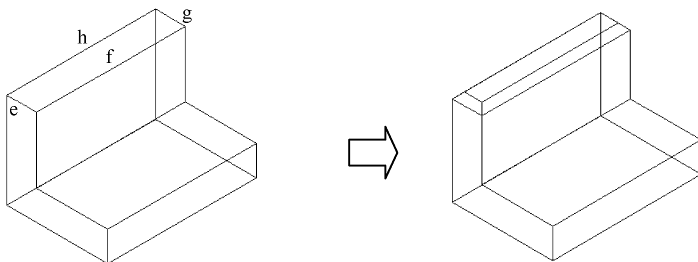


图 4-62　对实体修倒角


操作步骤

选择“修改”/“倒角”命令（CHAMFER），命令行提示如下：

命令：_chamfer

(“修剪”模式)当前倒角距离 1 =0.0000，距离 2 =0.0000

选择第一条直线或[放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]：

//选择棱边 e

基面选择...　//基面以虚线形式显示

输入曲面选择选项[下一个(N)/当前(OK)]<当前(OK)>: OK　//按 Enter 键

指定基面的倒角距离: 10　//指定基面内的倒角距离

指定其他曲面的倒角距离<10.0000>:　//按 Enter 键

选择边或[环(L)]:　//选择棱边 e

选择边或[环(L)]:　//选择棱边 f

选择边或[环(L)]:　//选择棱边 g

选择边或[环(L)]:　//选择棱边 h

选择边或[环(L)]:　//按 Enter 键结束

4.3.8　剖切实体

实例文件: example\Ch4\pouqie.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“剖切”命令（SLICE），可以使用平面剖切一组实体。剖切面可以是对象、Z 轴、视图、XY/YZ/ZX 平面或 3 点定义的面。

将如图 4-63 左图所示的实体进行剖切得到右图。

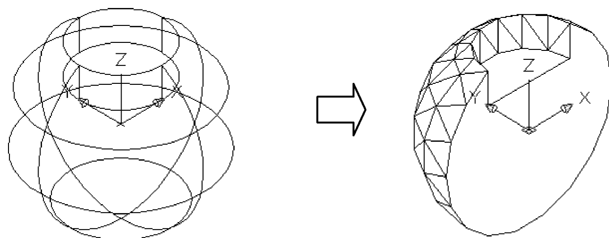


图 4-63　剖切实体



操作步骤

1）选择“修改”/“三维操作”/“剖切”命令（SLICE），命令行提示如下:

命令: _slice

选择要剖切的对象:　//选择实体对象

选择要剖切的对象: 找到 1 个

选择要剖切的对象:　//按 Enter 键

指定切面的起点或[平面对象(O)/曲面(S)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY(XY)/YZ(YZ)/ZX(ZX)/三点(3)]<三点>: ZX

指定 ZX 平面上的点<0,0,0>:　//按 Enter 键,以 ZX 平面作为剖切面

在所需的侧面上指定点或[保留两个侧面(B)]<保留两个侧面>: //单击 Y 轴正方向一侧实体上的任一点

2）选择“视图”/“消隐”命令。

4.3.9　加厚

实例文件: example\Ch4\jiahou.dwg

选择“修改”/“三维操作”/“加厚”命令（THICKEN），可以为曲面添加厚度，使其成为一个实体。

对图 4-64 左图所示图形的曲面加厚得到右图所示的效果。

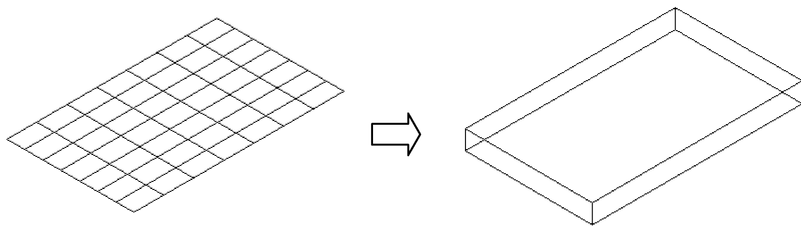


图 4-64　加厚曲面


操作步骤

选择“修改”/“三维操作”/“加厚”命令（THICKEN），命令行提示如下：

命令：_Thicken

选择要加厚的曲面：//选择要加厚的曲面

选择要加厚的曲面：找到 1 个

选择要加厚的曲面：

指定厚度 <50.0000>：60　//按 Enter 键结束

4.3.10　编辑实体面

实例文件：example\Ch4\shiti.dwg

在 AutoCAD 中，使用“修改”/“实体编辑”子菜单中的命令，可以对实体面进行拉伸、移动、偏移、删除、旋转、倾斜、着色和复制等操作。

1. 拉伸面

选择“修改”/“实体编辑”/“拉伸面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“拉伸面”按钮，都可以按指定的长度或沿指定的路径拉伸实体面。

将图 4-65 左图所示的实体沿指定路径拉伸面，拉伸效果如右图所示。

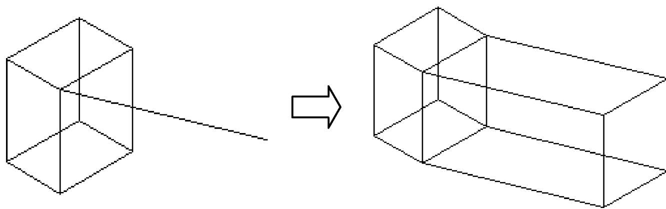


图 4-65　拉伸实体面


操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“拉伸面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“拉伸面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK=1

输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>：_face

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/



放弃（U)/退出（X)] <退出>：

_extrude

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//选择拉伸面

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：

指定拉伸高度或[路径(P)]：p

选择拉伸路径：//选择拉伸路径

2. 移动面

实例文件：example\Ch4\ yidongmian.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“移动面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“移动面”按钮，都可以按指定的距离移动实体的指定面。

将图 4-66 左图所示的实体孔的表面进行移动。位移的基点为（0，0，0），位移的第二点为（0，70，0），移动的效果如右图所示。

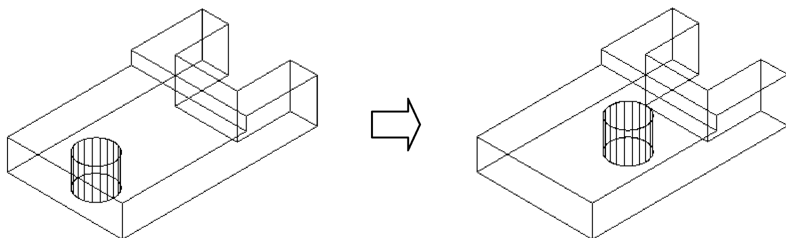


图 4-66　移动实体面



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“移动面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“移动面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1

输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_face

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_move

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//选择实体孔的表面

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：//按 Enter 键

指定基点或位移：0,0,0　//指定基点

指定位移的第二个点：@0,70,0　//输入沿坐标轴移动的距离

3. 偏移面

实例文件：example\Ch4\ pianyi.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“偏移面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“偏移面”按钮，都可以按指定的长度或沿指定的路径拉伸实体面。

将图 4-67 左图所示的实体孔的表面偏移 –20 个单位得到右图。

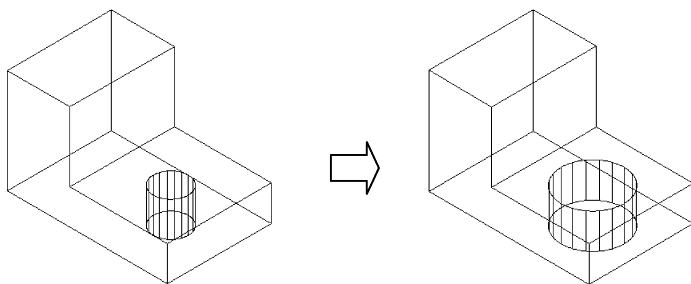


图 4-67　偏移实体面



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“偏移面”” 命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“偏移面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit
实体编辑自动检查： SOLIDCHECK = 1
输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_face
输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_offset
选择面或[放弃(U)/删除(R)]： //选择实体孔的表面
选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面
选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]： //按 Enter 键
指定偏移距离：–20 //输入偏移距离

4. 删除面

实例文件：example\Ch4\shanchu.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“删除面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“删除面”按钮，都可以删除实体上指定的面。

将图 4-68 左图所示的实体面 1 删除得到右图。

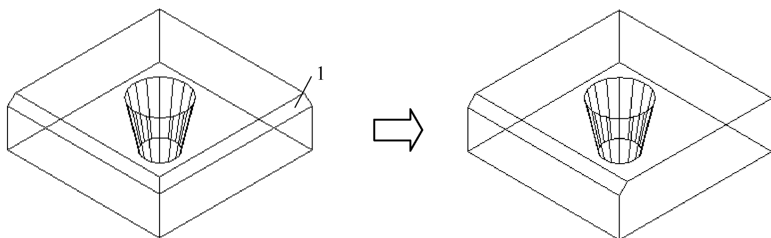


图 4-68　删除实体面



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“删除面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“删除



面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit

实体编辑自动检查： SOLIDCHECK = 1

输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_face

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_delete

选择面或[放弃(U)/删除(R)]： //选择要删除的面 1

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]： //按 Enter 键

5. 旋转面

实例文件：example\Ch4\ xuanzhuanmian.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“旋转面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“旋转面”按钮，都可以绕指定轴旋转实体上指定的面。

将图 4-69 左图所示的实体表面 A 绕由 D、E 两点确定的轴旋转 −15°得到右图。

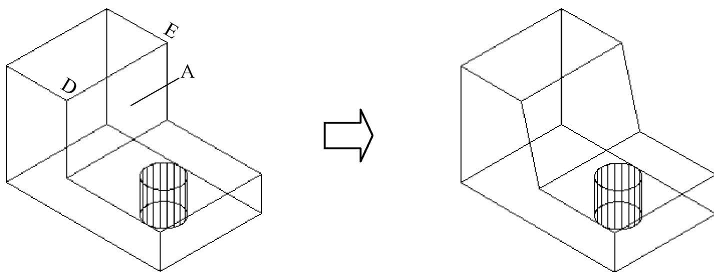


图 4-69　旋转实体面



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“旋转面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“旋转面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit

实体编辑自动检查： SOLIDCHECK = 1

输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_face

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_rotate

选择面或[放弃(U)/删除(R)]： //单击表面 A

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]： //按 Enter 键

指定轴点或[经过对象的轴(A)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)] <两点>：
//捕捉旋转轴上的第一个点 D

在旋转轴上指定第二个点： //捕捉旋转轴上的第二个点 E

指定旋转角度或[参照(R)]：−15 //输入旋转角度

6. 复制面 实例文件：example\Ch4\ fuzhimian.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“复制面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“复制面”按钮，都可以复制实体上指定的面。

将图 4-70 左图所示的实体面 A 复制一份得到右图。

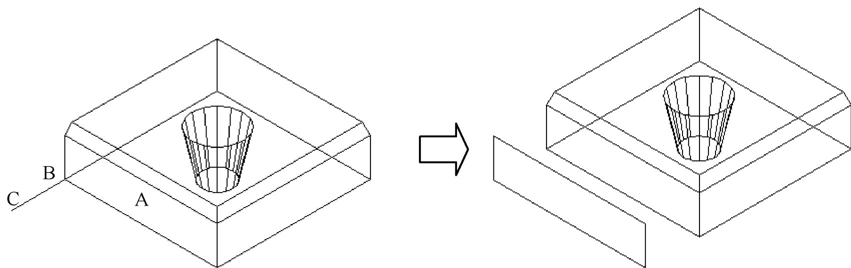


图 4-70　复制实体面



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“复制面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“复制面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK = 1

输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_face

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_copy

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：//单击面 A

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：//按 Enter 键

指定基点或位移：//拾取 B 点为基点

指定位移的第二点：//拾取 C 点为位移的第二点

7. 着色面 实例文件：example\Ch4\ zhuosemian.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“着色面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“着色面”按钮，都可以修改实体面的颜色。

将图 4-71 左图所示的实体面 1 和 2 着色得到右图。

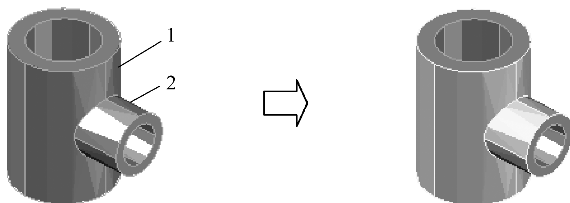


图 4-71　着色实体面





操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“着色面”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“着色面”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit

实体编辑自动检查： SOLIDCHECK =1

输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_face

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_color

选择面或[放弃(U)/删除(R)]： //选择面1

选择面或[放弃(U)/删除(R)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]： //选择面2

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：找到一个面

选择面或[放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]： //按Enter键

系统弹出如图4-72所示的“选择颜色”对话框，设置黄色作为着色边的颜色，单击“确定”按钮。

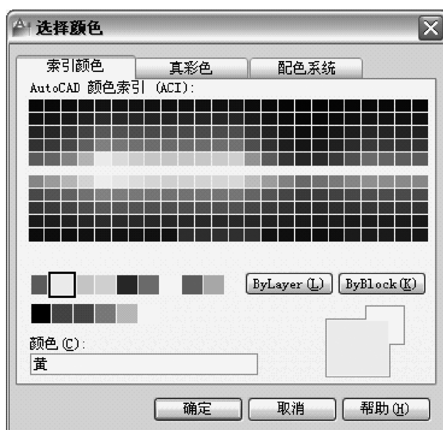


图4-72 “选择颜色”对话框

4.3.11 编辑实体边

1. 着色边

实例文件：example\Ch4\ zhuose.dwg

在AutoCAD中，选择“修改”/“实体编辑”/“着色边”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“着色边”按钮，即可着色实体边。

将图4-73左图所示的实体边1着色得到右图。

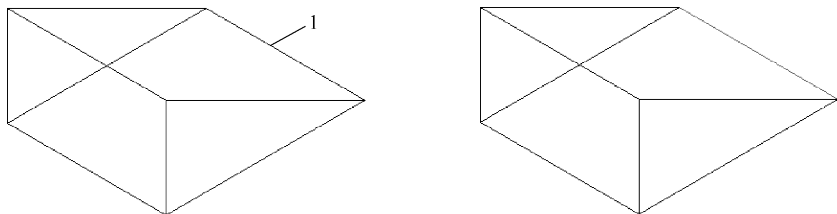


图 4-73　着色实体边



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“着色边”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“着色边”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit
实体编辑自动检查：　SOLIDCHECK = 1
输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_edge
输入边编辑选项[复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_color
选择边或[放弃(U)/删除(R)]：　//选择边 1
选择边或[放弃(U)/删除(R)]：　//按 Enter 键
系统弹出“选择颜色”对话框，设置红色作为着色边的颜色，单击“确定”按钮。

2. 复制边

实例文件：example\Ch4\ fuzhi.dwg

选择“修改”/“实体编辑”/“复制边”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“复制边”按钮，可以复制三维实体的边。

将图 4-74 左图所示的实体边进行复制操作得到右图。

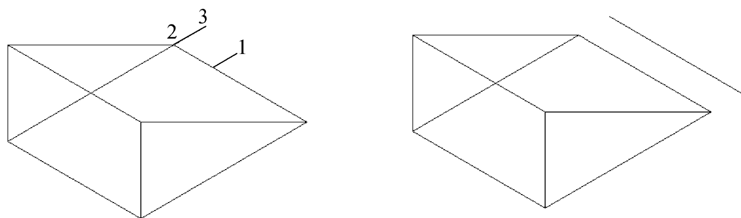


图 4-74　复制实体边



操作步骤

选择“修改”/“实体编辑”/“复制边”命令，或在“实体编辑”工具栏中单击“复制边”按钮，命令行提示如下：

命令：_solidedit
实体编辑自动检查：　SOLIDCHECK = 1
输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_edge
输入边编辑选项[复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>：_copy
选择边或[放弃(U)/删除(R)]：　//选择边 1，按 Enter 键

选择边或[放弃(U)/删除(R)]:
指定基点或位移：<对象捕捉 开>　//拾取交点 2
指定位移的第二点：//拾取端点 3,//按 Enter 键

4.3.12　标注三维对象的尺寸

在 AutoCAD 2012 中，使用“标注”菜单中的命令或“标注”工具栏中的标注工具，不仅可以标注二维对象的尺寸，还可以标注三维对象的尺寸。由于所有的尺寸标注都只能在当前坐标的 XY 平面中进行，因此为了准确标注三维对象中各部分的尺寸，需要不断地变换坐标系。

4.3.13　设置三维对象的视觉样式

在 AutoCAD 2012 中，可以使用“视图”/“视觉样式”命令中的子命令或“视觉样式”工具栏来观察对象。

1. 应用视觉样式

对对象应用视觉样式一般使用来自观察者左后方上面的固定环境光。而使用“视图”/“重生成”命令重新生成图像时，也不会影响对象的视觉样式效果，并且用户还可以使用通常视图中进行的一切操作在此模式下运行，如窗口的平移、缩放、绘图和编辑等。

“视图”/“视觉样式”子菜单中各命令的功能如下：

(1) 二维线框

显示用直线和曲线表示边界的对象。光栅和 OLE 对象、线型和线宽都是可见的。即使将 COMPASS 系统变量的值设置为 1，它也不会出现在二维线框视图中。

(2) 三维线框

显示用直线和曲线表示边界的对象。显示一个已着色的三维 UCS 图标。可将 COMPASS 系统变量设置为 1 来查看坐标球。

(3) 三维隐藏

显示用三维线框表示的对象并隐藏表示后向面的直线，效果如图 4-75 所示。

(4) 真实

着色多边形平面间的对象，并使对象的边平滑化，将显示已附着到对象的材质。

(5) 概念

着色多边形平面间的对象，并使对象的边平滑化。着色使用冷色和暖色之间的过渡，效果缺乏真实感，但是可以更方便地查看模型的细节，效果如图 4-76 所示。

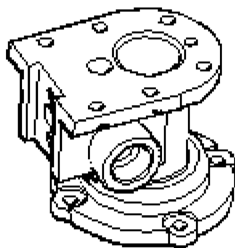


图 4-75　三维隐藏视觉样式

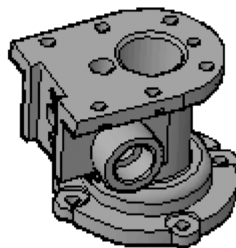


图 4-76　概念视觉样式

2. 管理视觉样式

在 AutoCAD 2012 中，选择“视图”/“视觉样式”/“视觉样式管理器”命令，打开“视觉样式管理器”选项板，可以对视觉样式进行管理，如图 4-77 所示。



图 4-77 “视觉样式管理器”选项板

4.3.14 渲染对象

使用“视图”/“视觉样式”命令中的子命令为对象应用视觉样式时，并不能执行产生亮显、移动光源或添加光源的操作。要更全面地控制光源，必须使用渲染，可以使用“视图”/“渲染”命令中的子命令或“渲染”工具栏实现。

1. 在渲染窗口中快速渲染对象

在 AutoCAD 2012 中，选择“视图”/“渲染”/“渲染”命令，可以在打开的渲染窗口中快速渲染当前视口中的图形。

2. 设置光源

在渲染过程中，光源的应用非常重要，它由强度和颜色两个因素决定。在 AutoCAD 中，不仅可以使用自然光（环境光），也可以使用点光源、平行光源及聚光灯光源，以照亮物体的特殊区域。

在 AutoCAD 2012 中，选择“视图”/“渲染”/“光源”命令中的子命令，可以创建和管理光源。

3. 设置渲染材质

在渲染对象时，使用材质可以增强模型的真实感。在 AutoCAD 2012 中，选择“视图”/“渲染”/“材质”命令，打开“材质”选项板，可以为对象选择并附加材质。

4. 设置贴图

在渲染图形时，可以将材质映射到对象上，称为贴图。选择“视图”/“渲染”/“贴图”菜单的子命令，可以创建平面贴图、长方体贴图、柱面贴图和球面贴图。

5. 渲染环境

选择“视图”/“渲染”/“渲染环境”命令，可在渲染对象时，对对象进行雾化处理，此时将打开“渲染环境”对话框。在“启用雾化”下拉列表框中选择“开”选项后，可以利用该对话框来设置使用雾化背景、颜色，雾化的近距离、远距离、近处雾化百分率及远处雾化百分率等雾化格式。

4.4 电气示例

4.4.1 设计拉线开关座

实例文件：example\Ch4\laxiankaiguan.dwg
操作录像：视频\练习\Ch4\laxiankaiguan.avi

拉线开关是传统的开关设备之一，广泛使用于民用照明电路中。它的电气元件全部安装



在拉线开关座中，下面先绘制拉线开关座的基本形体，再绘制拉线孔，最后绘制主螺栓座和电气螺栓座。

1. 绘制基本形体



操作步骤

1）首先绘制基本轮廓。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 80 \times 30$。效果如图4-78 所示。

2）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体 $\varphi 80 \times 30$ 的上底面圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 90 \times (-10)$。效果如图4-79 所示。

3）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体 $\varphi 90 \times (-10)$ 的上底面圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 70 \times (-10)$。效果如图4-80 所示。

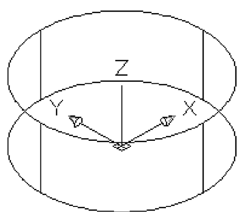


图4-78　绘制圆柱体

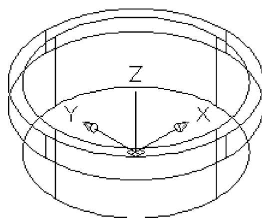


图4-79　绘制圆柱体

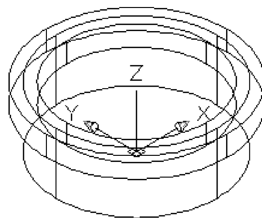


图4-80　绘制圆柱体

4）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用圆柱体 $\varphi 90 \times (-10)$ 剪切圆柱体 $\varphi 70 \times (-10)$。效果如图4-81 虚线所示。

5）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用圆柱体 $\varphi 80 \times 30$ 剪切方圆环。效果如图4-82 所示。

6）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 70 \times 15$。效果如图4-83 所示。

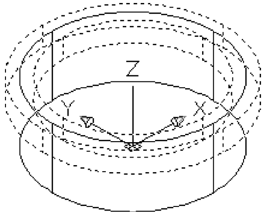


图4-81　剪切圆柱体

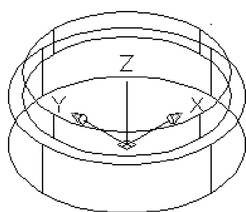


图4-82　剪切圆柱体

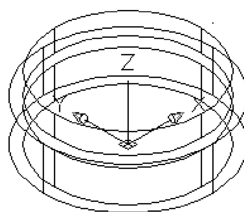


图4-83　绘制圆柱体

7）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 40 \times 15$。效果如图4-84 所示。

8）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用圆柱体 $\varphi 70 \times 15$ 剪切圆柱体 $\varphi 40 \times 15$。效果如图4-85 虚线所示。

9）为了观察差集效果，可以从右侧“工具选项板”中找到“三维导航控制台”工具

栏，选择“受约束的动态观察”命令按钮，适当旋转造型，露出底部。效果如图 4-86 所示。

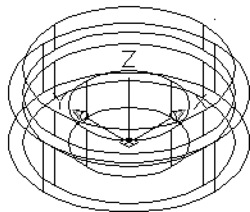


图 4-84　绘制圆柱体

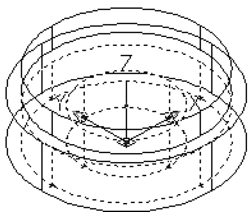


图 4-85　剪切圆柱体

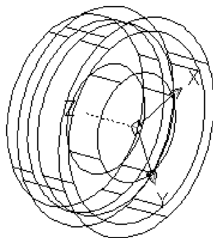


图 4-86　旋转造型

10）为了观察造型效果，单击“消隐”命令按钮，创建底部的消隐效果图。效果如图 4-87 所示。

11）绘制中间的方坑。单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以造型的上底面圆心为起点，绘制长方体 13×13×(−25)。效果如图 4-88 所示。

12）单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，以原点为阵列中心，把长方体 13×13×(−25) 环形阵列 4 个。效果如图 4-89 所示。

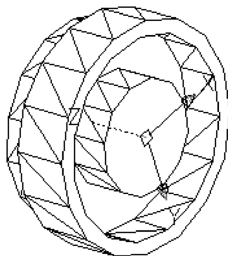


图 4-87　消隐效果图

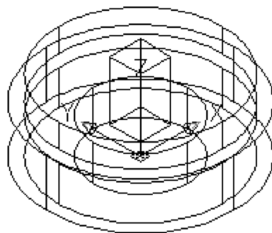


图 4-88　绘制长方体

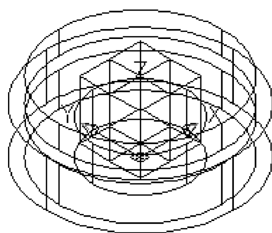


图 4-89　阵列长方体

13）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切 4 个长方体 13×13×(−25)。消隐效果如图 4-90 所示。

14）现在绘制安装转子的凹槽。单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以如图 4-91 所示中点为起点，绘制长方体 1.5×1.5×(−15)。效果如图 4-92 所示。

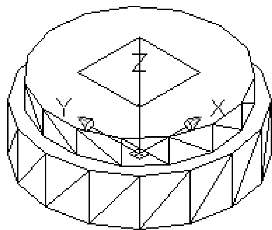


图 4-90　减切 4 个长方体

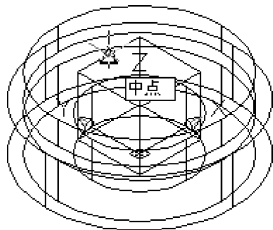


图 4-91　捕捉中点

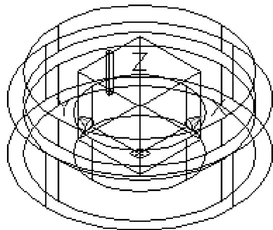


图 4-92　绘制长方体

15）单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以 Y 轴为对称轴，把长方体



1.5×1.5×(−15)对称复制一份。效果如图4-93所示。

16）单击“UCS”工具中的“X轴旋转UCS”命令按钮，把坐标系绕X轴旋转90°。效果如图4-94所示。

17）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以图4-95所示端点为底面圆心绘制圆柱体φ3×(−1.5)。效果如图4-96所示。

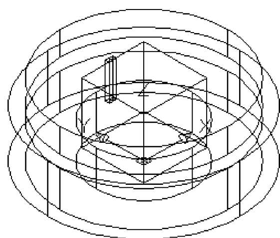


图4-93　对称复制长方体

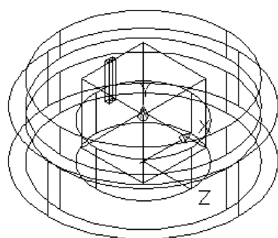


图4-94　旋转坐标系

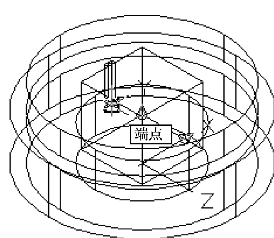


图4-95　捕捉端点

18）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以如图4-97所示端点为复制基准，如图4-98所示垂足为复制目标点，把虚线所示的图形向前复制一份。效果如图4-99所示。

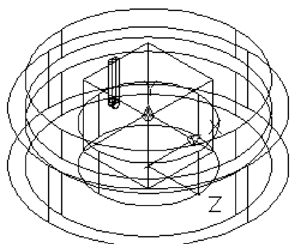


图4-96　绘制圆柱体

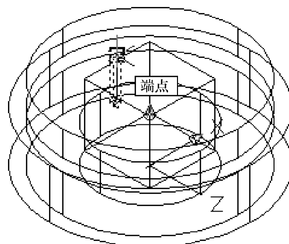


图4-97　捕捉端点

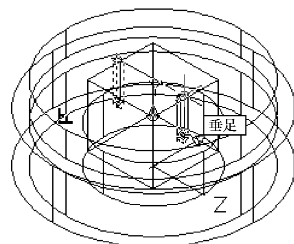


图4-98　捕捉垂足

19）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切4个长方体1.5×1.5×(−15)和两个圆柱体的φ3×(−15)。效果如图4-100所示。

20）单击“UCS”工具栏中的“世界”命令按钮，恢复坐标系。效果如图4-101所示。

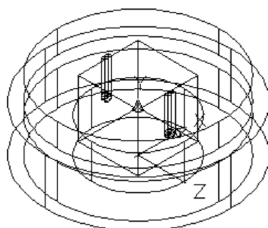


图4-99　复制图形

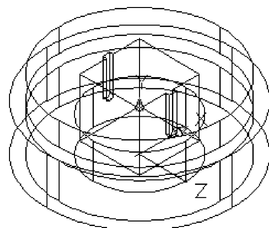


图4-100　剪切图形

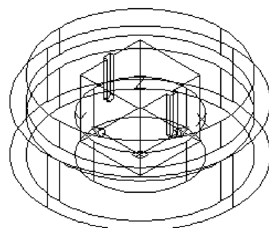


图4-101　恢复坐标系

21）现在绘制凹槽旁边的凸起。单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以图4-102所示端点为起点，绘制长方体−2×2×(−25)。效果如图4-103所示。

22）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把长方体 −2×2×(−25) 沿 X 轴方向移动，移动距离为 −1。效果如图 4-104 所示。

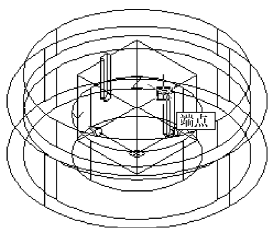


图 4-102　捕捉端点

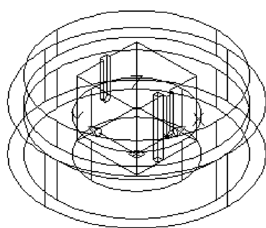


图 4-103　绘制长方体

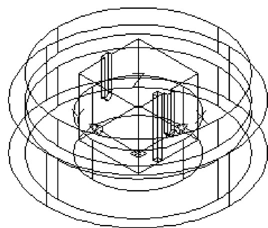


图 4-104　移动长方体

23）单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以 Y 轴为对称轴，把长方体 −2×2×(−25) 对称复制一份。效果如图 4-105 所示。

24）单击“实体编辑”工具栏中的“并集”命令按钮，合并所有实体。合并效果如图 4-106 所示。

25）单击“视图”工具栏中的“东北等轴测视图”命令按钮，察看这个视角的造型。效果如图 4-107 所示。

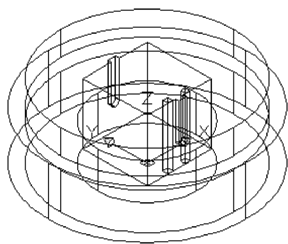


图 4-105　对称复制长方体

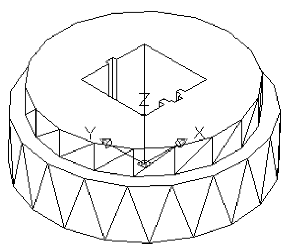


图 4-106　合并造型

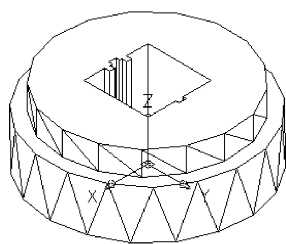


图 4-107　东北等轴测视图

2. 绘制拉线孔



操作步骤

1）首先绘制方坑边缘的方缺口，它用于卡紧瓷片。单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以如图 4-108 所示端点为起点，绘制长方体 1×30×(−2)。效果如图 4-109 所示。

2）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切长方体 1×10×(−2)。消隐效果如图 4-110 所示。

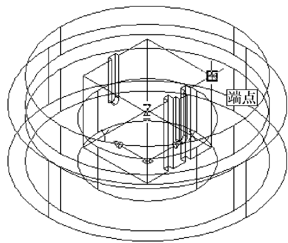


图 4-108　捕捉端点

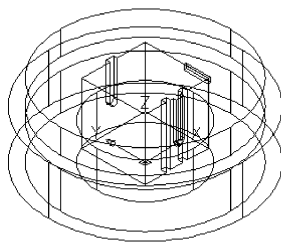


图 4-109　绘制长方体

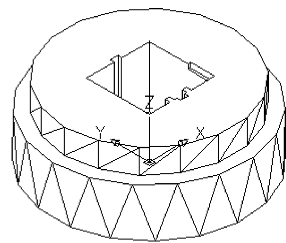


图 4-110　剪切长方体



3）单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以如图4-111所示端点为起点，绘制长方体 $-10\times5\times(-10)$。效果如图4-112所示。

4）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切长方体 $-10\times5\times(-10)$。消隐效果如图4-113所示。

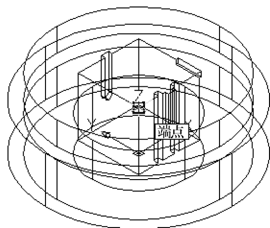


图4-111 捕捉端点

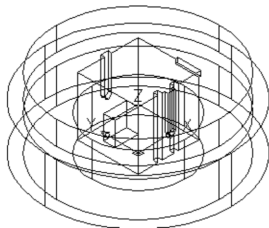


图4-112 绘制长方体

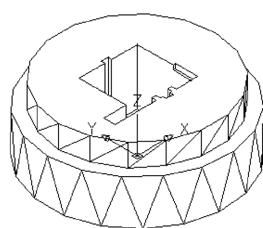


图4-113 剪切长方体

5）现在绘制拉线孔上部的圆角缘。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以图4-114所示中点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi5\times(-10)$。效果如图4-115所示。

6）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切圆柱体 $\varphi5\times(-10)$。消隐效果如图4-116所示。

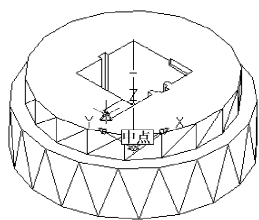


图4-114 捕捉中点

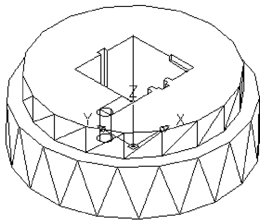


图4-115 绘制圆柱体

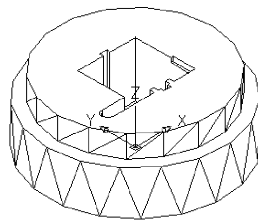


图4-116 剪切圆柱体

7）现在绘制拉线孔。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以如图4-114所示中点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi3\times(-30)$。效果如图4-117所示。

8）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切圆柱体 $\varphi3\times(-30)$，效果如图4-118所示。

9）现在把拉线孔下部边缘圆角化，以免割伤拉线。单击“修改”工具栏中的“圆角”命令按钮，把上一步骤创建的圆孔上边缘倒圆角R3。效果如图4-119所示。

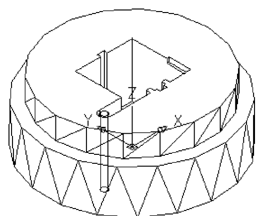


图4-117 绘制圆柱体

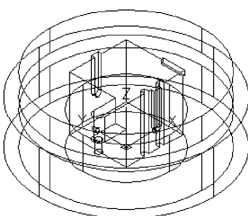


图4-118 剪切圆柱体

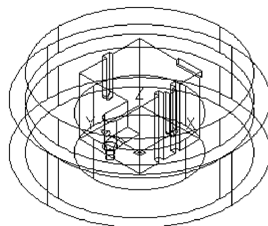


图4-119 孔缘倒圆角

10）单击“修改”工具栏中的“圆角”命令按钮，把如图 4-120 虚线所示边缘线倒圆角 R3。效果如图 4-121 所示。

11）绘制拉线孔的下部。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以如图 4-122所示孔的下底圆心为底面圆心绘制圆柱体 φ12×(−15)。效果如图 4-123 所示。

12）单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以图 4-124 所示象限点为起点绘制长方体（−13)×(−12)×15。效果如图 4-125 所示。

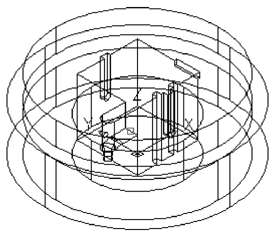


图 4-120　捕捉边

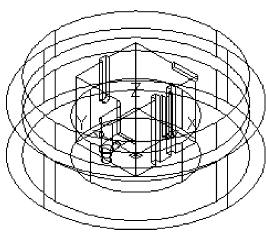


图 4-121　边倒圆角

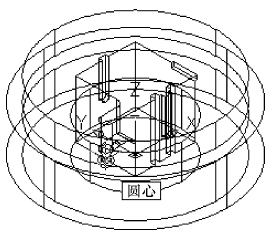


图 4-122　捕捉圆心

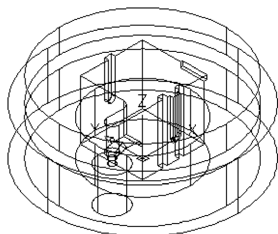


图 4-123　绘制圆柱体

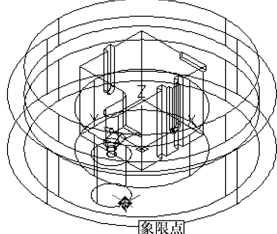


图 4-124　捕捉象限点

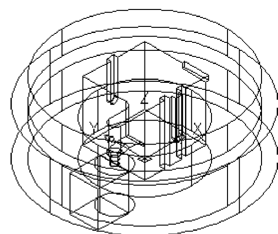


图 4-125　绘制长方体

13）单击“实体编辑”工具栏中的“并集”命令按钮，合并所有实体。消隐效果如图 4-126 所示。

14）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以如图 4-127 所示圆心为底面圆心绘制圆柱体 φ3×(−30)。效果如图 4-128 所示。

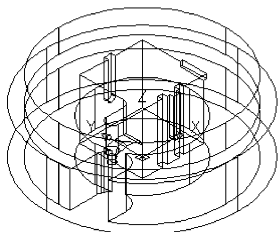


图 4-126　合并实体

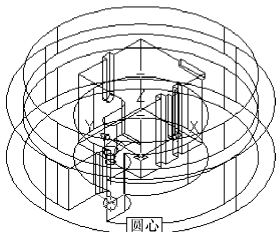


图 4-127　捕捉圆心

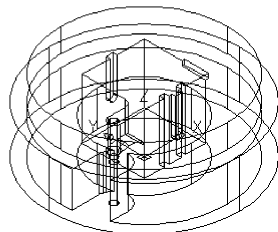


图 4-128　绘制圆柱体

15）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以如图 4-127 所示圆心为底面圆心绘制圆柱体 φ10×15。效果如图 4-129 所示。

16）单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以圆柱体 φ10×15 的前下边象限点为起点，绘制长方体−20×10×10。效果如图 4-130 所示。



17）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切圆柱体 $\varphi 3 \times (-30)$、圆柱体 $\varphi 10 \times 15$ 和长方体 $-20 \times 10 \times 10$。效果如图 4-131 所示。

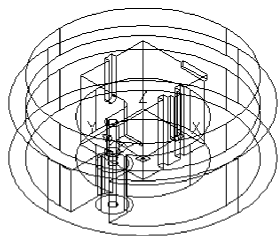


图 4-129　绘制圆柱体

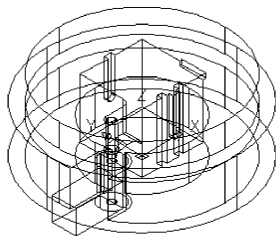


图 4-130　绘制长方体

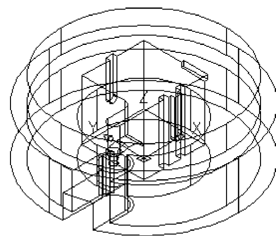


图 4-131　剪切圆柱体

18）现在把拉线孔下部边缘圆角化，以免割伤拉线。单击“标准”工具栏中的“窗口缩放”命令按钮，局部放大如图 4-132 所示造型，预备下一步操作。效果如图 4-133 所示。

19）单击“修改”工具栏中的“圆角”命令按钮，把图 4-134 虚线所示边相互倒圆角，效果如图 4-135 所示。

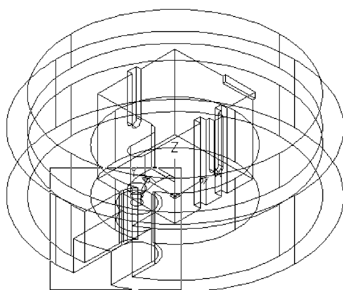


图 4-132　选择造型

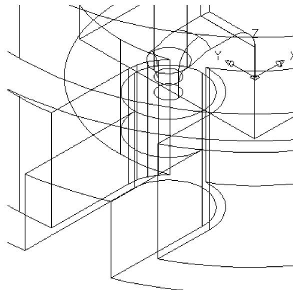


图 4-133　局部放大

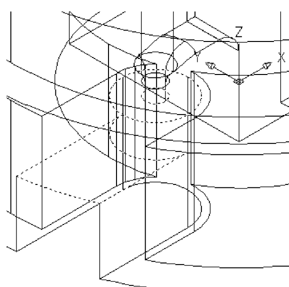


图 4-134　选择边

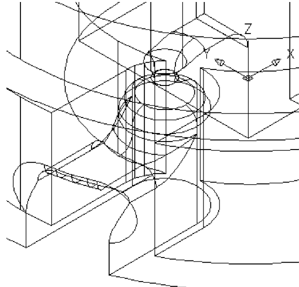


图 4-135　边倒圆角

20）单击“标准”工具栏中的“窗口缩放”命令按钮，恢复视图。效果如图 4-136 所示。

21）单击“视图”工具栏的“俯视图”命令按钮，把当前视图转换到俯视图，观察造型的位置是否适当，消隐效果如图 4-137 所示。

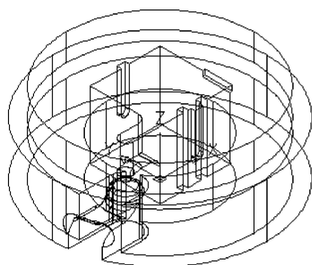


图 4-136　恢复视图

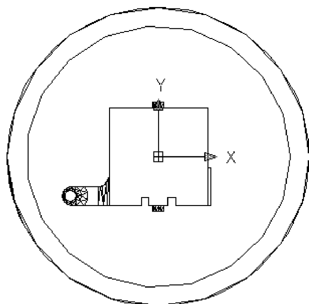


图 4-137　俯视图

☞ 为了清晰地观察沉孔结构，可以从右侧“工具选项板”中找到“三维导航控制台”工具栏，选择“受约束的动态观察”命令按钮，适当旋转造型，露出底部。

3. 绘制主螺栓座



操作步骤

1）首先创建螺栓座座体。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，绘制圆柱体 $\varphi6\times15$，然后以圆柱体 $\varphi6\times15$ 的上底面圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi8\times(-12)$。效果如图 4-138 所示。

2）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，合并两个圆柱体。效果如图 4-139 所示。

3）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把合并的实体以图 4-140 所示象限点为移动基准点，如图 4-141 所示象限点为移动目标点移动。效果如图 4-142 所示。

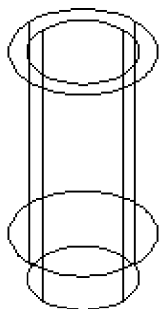


图 4-138　俯视图

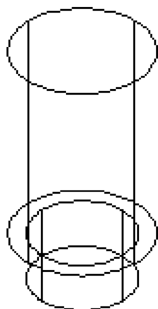


图 4-139　合并造型

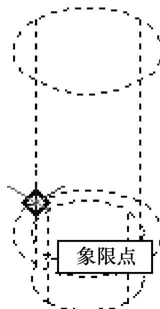


图 4-140　捕捉移动基准点

4）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把移动过来的实体向上移动，移动距离为 3。效果如图 4-143 所示。

5）单击“修改”工具栏的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把刚才移动的造型旋转 −43°。效果如图 4-144 所示。

6）单击“修改”工具栏的“阵列”命令按钮，以原点为阵列中心，把刚才旋转的

造型环形阵列 2 个。效果如图 4-145 所示。

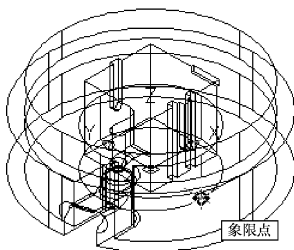


图 4-141　捕捉移动目标点

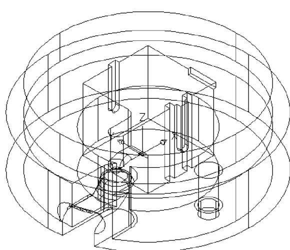


图 4-142　定位造型

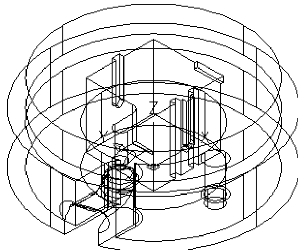


图 4-143　移动造型

7）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，合并所有实体。

8）创建螺柱座上的孔。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以图 4-146 所示圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi4\times40$。效果如图 4-147 所示。

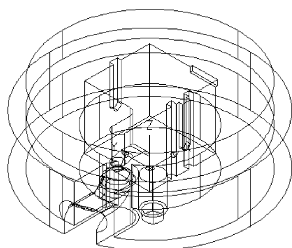


图 4-144　旋转造型

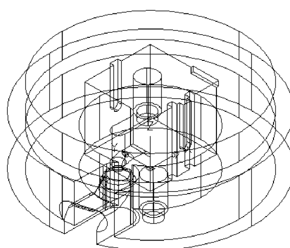


图 4-145　阵列造型

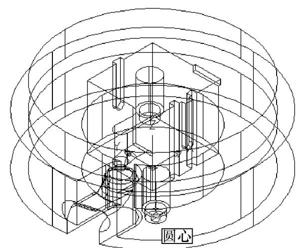


图 4-146　捕捉圆心

9）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，类似地在后边一个螺栓座上绘制圆柱体 $\varphi4\times40$。效果如图 4-148 所示。

10）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切两个圆柱体 $\varphi4\times40$。效果如图 4-149 所示。

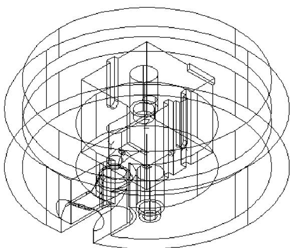


图 4-147　绘制圆柱体

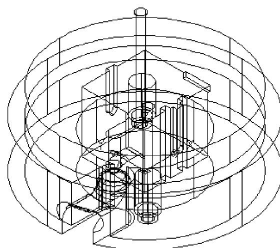


图 4-148　绘制另一个圆柱体

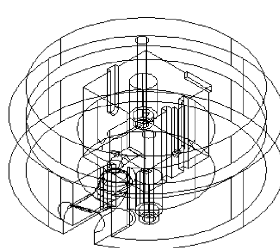


图4-149　剪切两个圆柱体

11）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以图 4-150 所示圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi6\times(-26)$，类似地在前边一个螺栓座上绘制圆柱体 $\varphi6\times(-26)$。效果如图 4-151所示。

12）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切两个圆柱体 $\varphi6\times(-26)$。效果如图 4-152 所示。

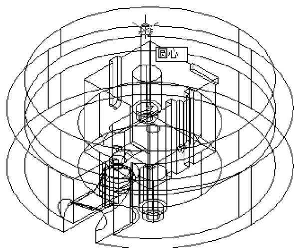


图 4-150　捕捉圆心

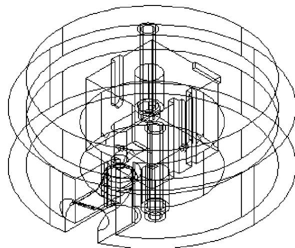


图 4-151　绘制圆柱体

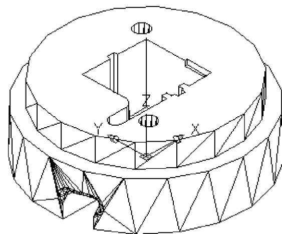


图4-152　剪切两个圆柱体

4. 绘制螺栓座

 **操作步骤**

1）准备创建卡紧簧片的孔。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以点（27.5，0）为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi3\times30$。效果如图 4-153 所示。

2）准备创建进出电线的孔。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体的 $\varphi3\times30$ 的上表面圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi6\times(-10)$。效果如图 4-154 所示。

3）单击“建模”工具栏的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把圆柱体 $\varphi6\times(-10)$ 旋转 20°。效果如图 4-155 所示。

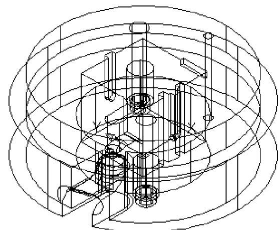


图 4-153　绘制圆柱体

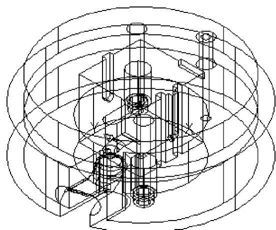


图 4-154　绘制圆柱体

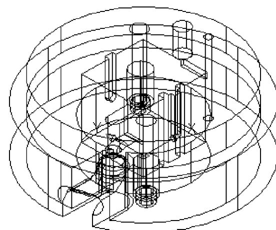


图 4-155　旋转圆柱体

4）准备创建安装电线螺钉的孔。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体 $\varphi6\times(-10)$ 的上表面圆心为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi6\times(-10)$。效果如图 4-156 所示。

5）单击“建模”工具栏的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心。把圆柱体 $\varphi6\times(-10)$ 旋转 20°。效果如图 4-157 所示。

6）单击“建模”工具栏的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把 3 个圆柱体旋转 60°。效果如图 4-158 所示。

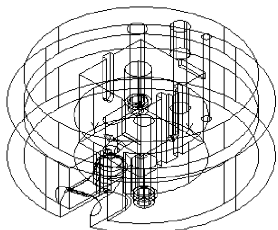


图 4-156　绘制圆柱体

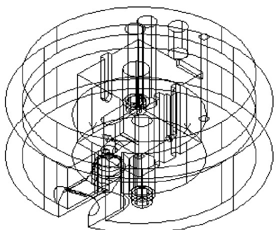


图 4-157　旋转圆柱体

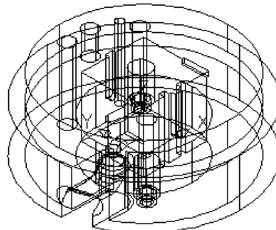


图4-158　旋转 3 个圆柱体



7）因为导线应该有两根，现在创建另一根导线的安装结构。单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以X轴为对称轴，把3个圆柱体对称复制一份。效果如图4-159所示。

8）单击“建模”工具栏的“旋转”命令按钮，以原点为旋转中心，把复制出来的两个圆柱体旋转60°。效果如图4-160所示。

9）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切6个圆柱体。效果如图4-161所示。

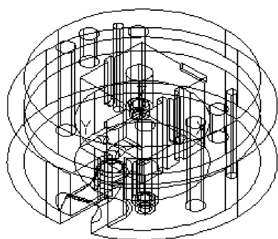


图4-159　对称复制实体

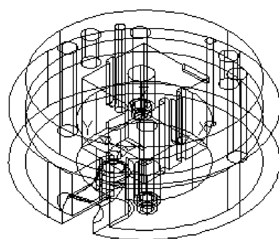


图4-160　旋转实体

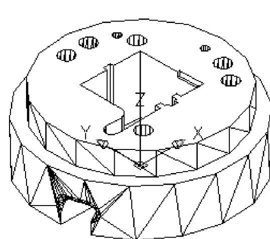


图4-161　剪切实体

10）现在创建压紧转子的簧片的安装结构。单击“SCS”工具栏中的“原点UCS”命令按钮，把坐标系向上移动，移动距离为30。效果如图4-162所示。

11）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以点（－27.5，0）为底面圆心绘制圆柱体$\varphi6\times(-5)$。效果如图4-163所示。

12）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以圆柱体$\varphi6\times(-5)$的上表面圆心为底面圆心绘制圆柱体$\varphi10\times(-1)$。效果如图4-164所示。

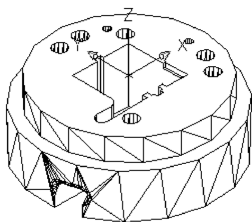


图4-162　移动坐标系

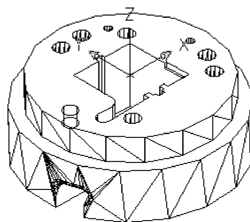


图4-163　绘制圆柱体

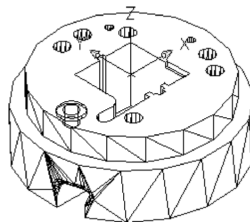


图4-164　绘制圆柱体

13）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切两个圆柱体。消隐效果如图4-165所示。

14）单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以如图4-166所示象限点为起点，绘制长方体$\varphi15\times(-10)\times(-1)$。效果如图4-167所示。

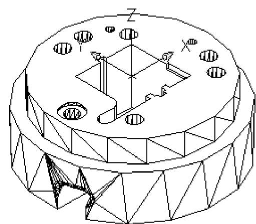


图4-165　剪切两个圆柱体

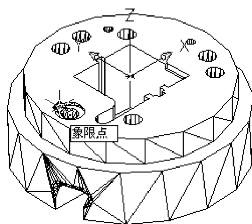


图4-166　捕捉象限点

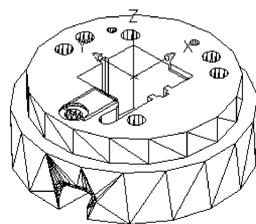


图4-167　绘制长方体

15）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮，使用造型毛坯剪切长方体 $\varphi 15\times(-10)\times(-1)$。消隐效果如图 4-168 所示。

16）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以如图 4-169 所示端点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 3\times 2$。效果如图 4-170 所示。

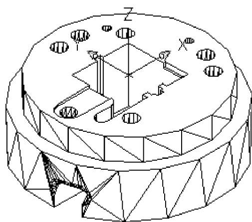


图 4-168　剪切长方体

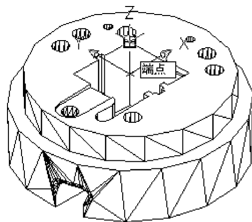


图 4-169　捕捉端点

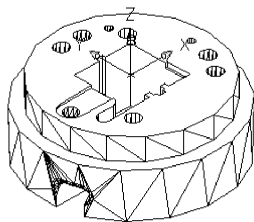


图 4-170　绘制圆柱体

17）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把圆柱体 $\varphi 3\times 2$ 以相对坐标@5，5 移动。效果如图 4-171 所示。

18）单击“实体编辑”工具栏中的“并集”命令按钮，合并所有实体。消隐效果如图 4-172 所示。概念视觉样式效果如图 4-173 所示。

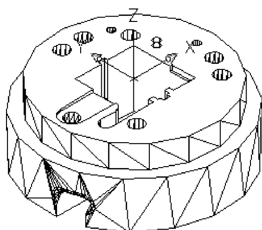


图 4-171　移动圆柱体

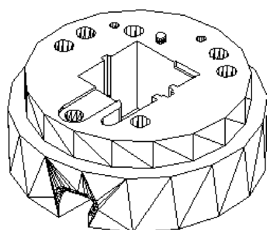


图 4-172　合并所有实体

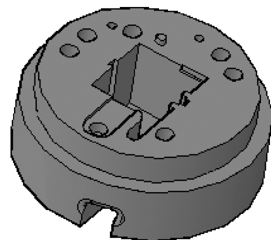


图 4-173　概念视觉样式

19）单击“动态观察”工具栏的“受约束的动态观察”命令按钮，适当旋转造型，以便观察造型底面。效果如图 4-174 所示。

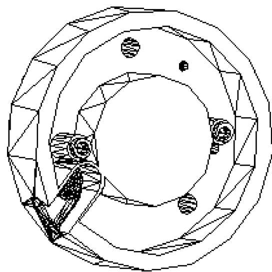


图 4-174　底部消隐效果

4.4.2　设计冲压接线片

实例文件：example\Ch4\chongyajiexianpian.dwg
操作录像：视频\练习\Ch4\chongyajiexianpian.avi

众多电气线路的导线与接线柱之间通过冲压接线片连接。它是圆圈和圆筒的组合体。圆



圈用于连接接线柱，圆筒用于连接导线。把导线头部去皮，然后把裸线伸进圆筒中，用电工钳夹扁圆筒即可。



操作步骤

1）首先创建接线片的头部。单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 4 \times 0.2$。效果如图 4-175 所示。

2）单击“建模”工具栏中的“长方体”命令按钮，以原点为起点，绘制长方体 $1 \times (-8) \times 0.2$。效果如图 4-176 所示。

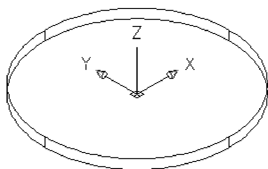


图 4-175　绘制圆柱体

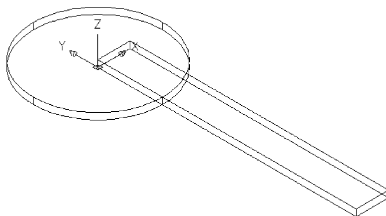


图 4-176　绘制长方体

3）单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以 Y 轴为对称轴，把长方体 $1 \times (-8) \times 0.2$ 对称复制一份。效果如图 4-177 所示。

4）单击“实体编辑”工具栏中的“并集”命令按钮，合并所有实体。效果如图 4-178所示。

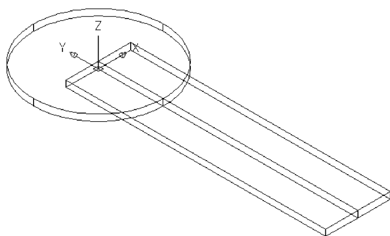


图 4-177　对称复制长方体

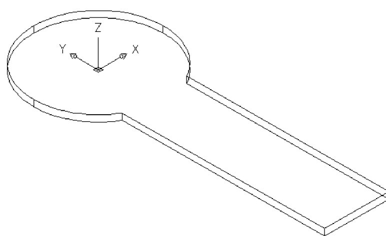


图 4-178　合并实体

5）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 2.5 \times 1$。效果如图 4-179 所示。

6）单击“实体编辑”工具栏中的“差集”命令按钮。使用毛坯件剪切圆柱体 $\varphi 2.5 \times 1$。效果如图 4-180 所示。

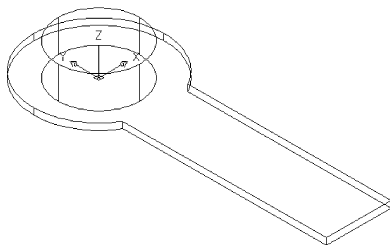


图 4-179　绘制圆柱体

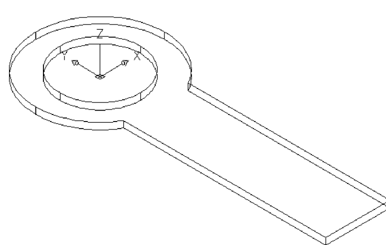


图 4-180　剪切圆柱体

7）创建接线片的尾部。单击“UCS”工具中的“X 轴旋转 UCS”命令按钮，把坐标系绕 X 轴旋转 90°。效果如图 4-181 所示。

8）单击“建模”工具栏的“圆柱体”命令按钮，以原点为底面圆心绘制圆柱体 $\varphi 3 \times 5$。效果如图 4-182 所示。

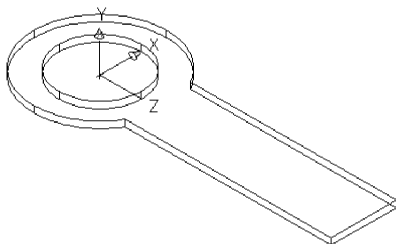


图 4-181　旋转坐标系

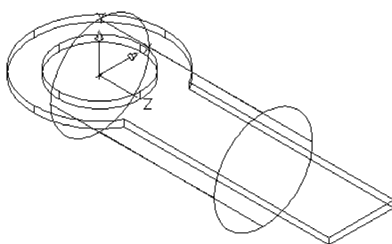


图 4-182　绘制圆柱体

9）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把圆柱体 $\varphi 3 \times 4$ 以图 4-183 所示象限点“渲染”为移动基准点，图 4-184 所示端点为移动目标点移动。效果如图 4-185 所示。

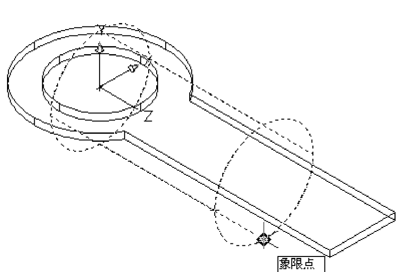


图 4-183　捕捉象限点

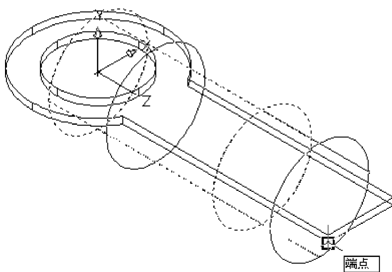


图 4-184　捕捉端点

10）单击“建模”工具栏的“剖切”命令按钮，使用平行于 YZ 平面，通过图4-186 所示端点的平面对半剖切圆柱体 $\varphi 3 \times 5$。效果如图 4-187 所示。

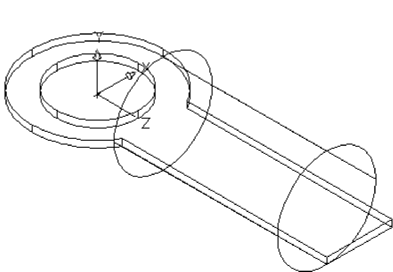


图 4-185　移动圆柱体

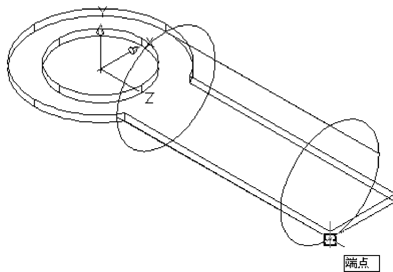


图 4-186　捕捉端点

11）单击“动态观察”工具栏的“受约束的动态观察”命令按钮，适当旋转造型。效果如图 4-188 所示。



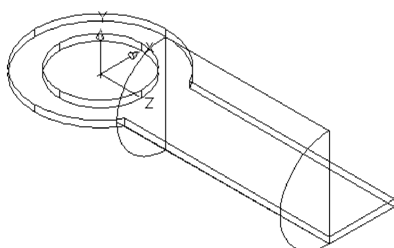


图 4-187　剖切圆柱体

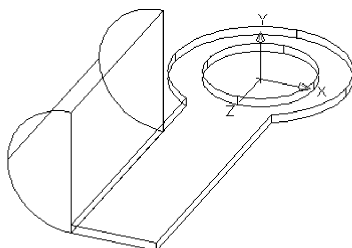


图 4-188　旋转造型

12）单击“实体编辑”工具栏中的“抽壳”命令按钮，在系统要求选择要删除的表面时，在半圆柱体 $\varphi3\times5$ 如图 4-189 所示端面上双击，在前端面单击，把它创建成壁厚 0.2 的壳体。效果如图 4-190 所示。

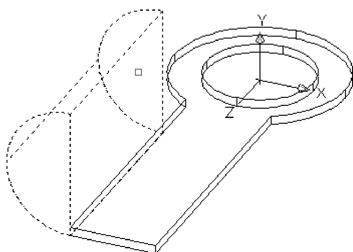


图 4-189　选择表面

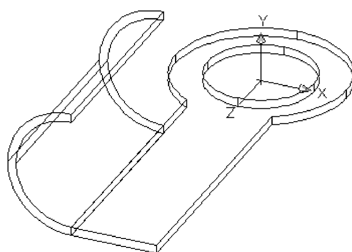


图 4-190　创建壳体

13）单击“实体编辑”工具栏中的“拉伸面”命令按钮，拉伸如图 4-191 光标所示端面。拉伸长度 0.9，拉伸角度 0°。效果如图 4-192 所示。

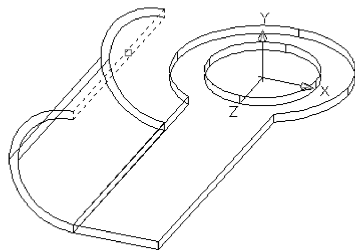


图 4-191　选择端面

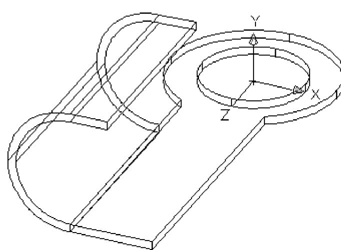


图 4-192　拉伸端面

14）单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以 Z 轴为对称轴，把左边的半个壳体对称复制一份。效果如图 4-193 所示。

15）单击“实体编辑”工具栏中的“并集”命令按钮，合并所有实体；单击“视图”工具栏中的“西南等轴测”命令按钮，恢复视图。效果如图 4-194 所示。

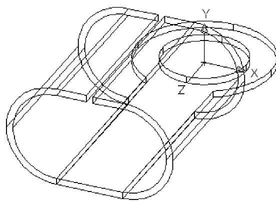


图 4-193　对称复制壳体

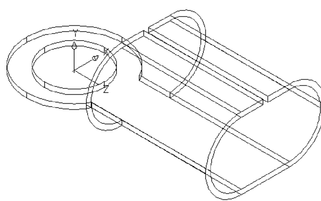


图 4-194　恢复视图

16）单击“渲染”工具栏中的“渲染”命令按钮，创建接线片的渲染效果图。渲染效果如图 4-195 所示。



图 4-195　渲染效果

4.5　本章总结

本章介绍了 AutoCAD 2012 三维绘图方面的基本概念与操作。AutoCAD 2012 专门提供了用于三维绘图的工作界面，并提供了三维绘图控制台，从而方便了用户的三维绘图操作。用户能够控制三维模型的视觉样式，即控制模型的显示效果。对于三维模型，通过设置不同的视点，能够从不同的方向观看模型。

此外，本章还介绍了 AutoCAD 2012 的三维编辑功能，如三维旋转、三维镜像、三维阵列、对齐及布尔操作等。将这些编辑命令与其他功能相结合，就能够由基本三维实体创建出各种复杂实体。

最后给出两个电气工程图形设计实例，以期达到进一步巩固并熟练掌握三维图形绘制与编辑的目的，为绘制三维的电气工程图打下良好基础。

4.6　思考与练习

1. 思考题

1）在 AutoCAD 2012 中，设置视点的方法有哪些？

2）在 AutoCAD 2012 中，可以用来创建三维图形的方式有哪些？

2. 操作题

1）绘制一个底面中心为（0，0），底面半径为 15，顶面半径为 15，高度为 30，顺时针



旋转 10 圈的螺旋线，效果如图 4-196 所示。

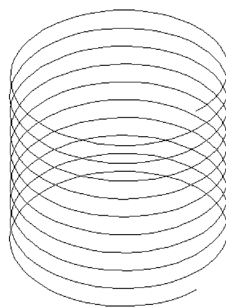


图 4-196　习题图 1

2）对图 4-197 左图所示的各实体求交集，效果如右图所示。

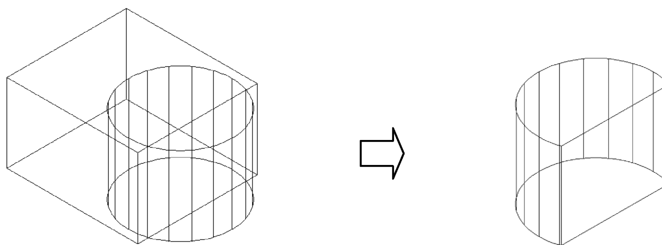


图 4-197　习题图 2

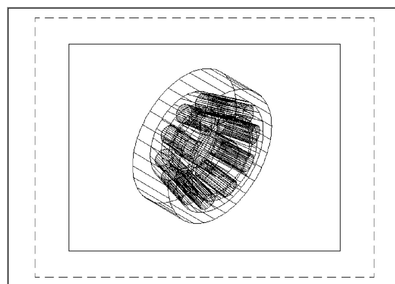
第 5 章 打印和发布图形

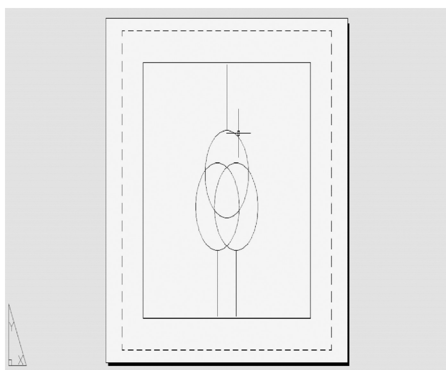
学习目标



熟练掌握 AutoCAD 图形的输入、输出
掌握 AutoCAD 创建和管理布局
了解 AutoCAD 图形发布技术

打印的图形可以包含图形的单一视图，或者更为复杂的视图排列。根据不同的需要，可以打印一个或多个视口，或设置选项以决定打印的内容和图像在图纸上的布置。





图形发布实现了设计信息共享，这些都为工程设计人员进行高效的设计工作提供了极大的便利。即使不熟悉 HTML 代码。设计者也可以方便、迅速地创建格式化 Web 页。



5.1　创建和管理布局

在 AutoCAD 2012 中，可以创建多种布局，每个布局都代表一张单独的打印输出图纸。创建新布局后就可以在布局中创建浮动视口。视口中的各个视图可以使用不同的打印比例，并能够控制视口。

5.1.1　模型空间与图纸空间

AutoCAD 2012 窗口中提供了两个并行的工作环境，即“模型”选项卡和“布局”选项卡。图形窗口底部有一系列选项卡，包括一个“模型”选项卡和一个或多个“布局”选项卡，如图 5-1 所示。



图 5-1　“模型”与“布局”选项卡

1. 模型空间

“模型”选项卡提供了一个无限的绘图区域，称为模型空间。在模型空间中，可以绘制、查看和编辑模型。

在模型空间中，可以按 1∶1 的比例绘制模型，并确定一个单位表示 1mm、1dm、1in、1ft 还是表示其他在工作中使用最方便或最常用的单位。

在“模型”选项卡上，可以查看并编辑模型空间对象。十字光标在整个绘图区域都处于激活状态。

2. 图纸空间

“布局”选项卡提供了一个称为图纸空间的区域。在图纸空间中，可以放置标题栏、创建用于显示视图的布局视口、标注图形以及添加注释。

在图纸空间中，一个单位表示打印图纸上的图纸距离。根据绘图仪的打印设置，单位可以是毫米或英寸。

在“布局”选项卡上，可以查看和编辑图纸空间对象，例如布局视口和标题栏。也可以将对象（如引线或标题栏）从模型空间移到图纸空间（反之亦然）。十字光标在整个布局区域都处于激活状态。

通常在模型空间内完成图形绘制和编辑工作，绘图完成后在图纸空间内输出图形。

可以隐藏这些选项卡，而不是显示为应用程序窗口中下部状态栏上的按钮。要显示这些选项卡，请在“模型”或布局按钮上单击鼠标右键，然后在快捷菜单上单击“显示布局和模型选项卡”。

5.1.2　在模型空间与图纸空间之间切换

“模型”选项卡和“布局”选项卡之间切换来执行某些任务具有多种优点。使用模型空间可以创建和编辑模型，使用图纸空间可以构造图纸和定义视图。

“模型”选项卡所代表的图形窗口表示模型空间，而用“布局”选项卡所代表的图形窗口表示图纸空间，单击“模型”选项卡和“布局”选项卡，即可在模型空间和图纸空间之间切换。

5.1.3 使用布局向导创建布局

选择“工具”/“向导”/“创建布局”命令，打开“创建布局”向导，可以指定打印设备、确定相应的图纸尺寸和图形的打印方向、选择布局中使用的标题栏或确定视口设置。



操作步骤

1）选择“工具”/“向导”/“创建布局”命令，系统会弹出“创建布局—开始”对话框，如图 5-2 所示。

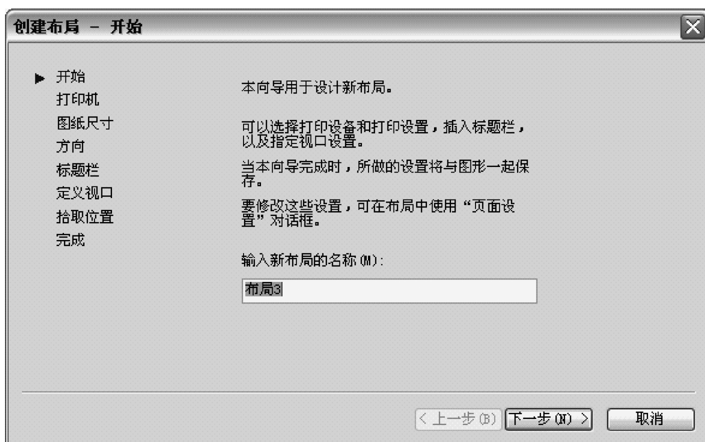


图 5-2 “创建布局—开始”对话框

2）在“创建布局—开始”对话框中输入新布局的名称，单击“下一步”按钮 下一步(N) >，打开“创建布局—打印机”对话框，如图 5-3 所示。



图 5-3 “创建布局—打印机”对话框



3）在该对话框中选择打印机类型，然后单击“下一步”按钮下一步(N) >，打开“创建布局—图纸尺寸”对话框，如图 5-4 所示。

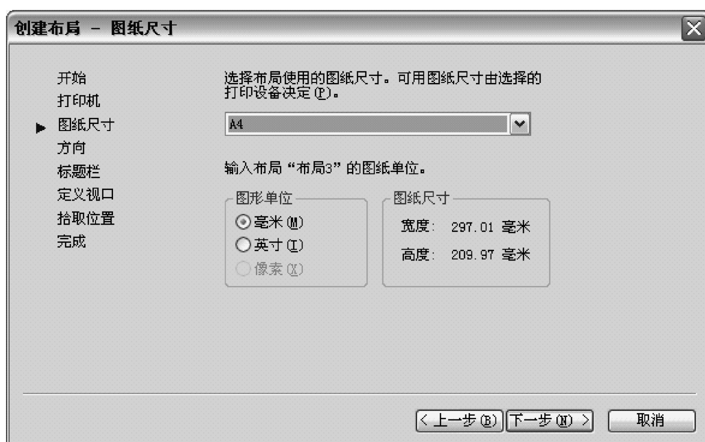


图 5-4　“创建布局—图纸尺寸”对话框

4）在该对话框中设置图纸的尺寸，在“图形单位”选项组设置单位的类型，然后单击“下一步”按钮下一步(N) >，打开“创建布局—方向”对话框，如图 5-5 所示。



图 5-5　“创建布局—方向”对话框

5）在该对话框中选中“纵向”或“横向”单选按钮，然后单击“下一步”按钮下一步(N) >，打开“创建布局—标题栏”对话框，如图 5-6 所示。

6）在该对话框中的“路径”列表中选择需要的标题栏选项，然后单击“下一步”按钮下一步(N) >，打开“创建布局—定义视口”对话框，如图 5-7 所示。

7）在该对话框中选择相应的视口设置和视口比例，然后单击“下一步”按钮下一步(N) >，打开“创建布局—拾取位置”对话框，如图 5-8 所示。



图 5-6 “创建布局—标题栏”对话框

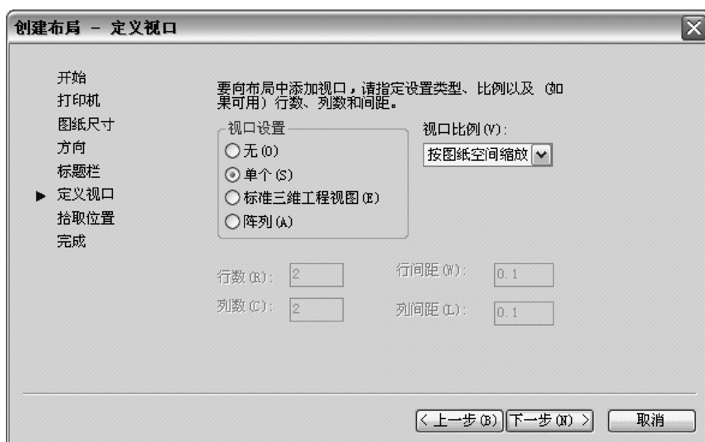


图 5-7 “创建布局—定义视口”对话框

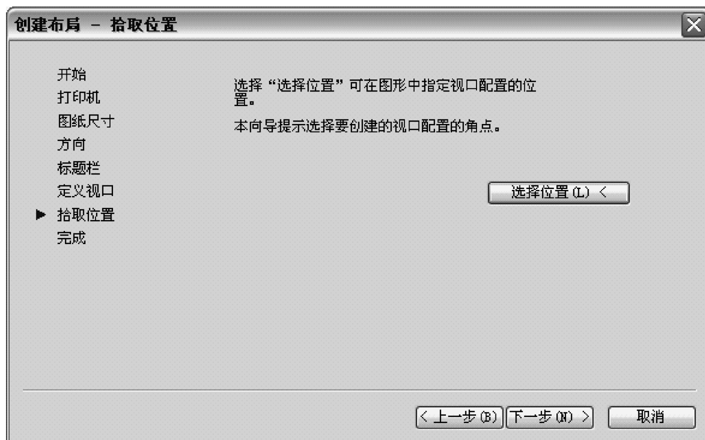


图 5-8 “创建布局—拾取位置”对话框



8）在该对话框中单击“选择位置”按钮，进入绘图区域选择视口位置，然后单击“下一步”按钮下一步(N) >，打开“创建布局—完成”对话框，如图5-9所示，单击“完成”按钮 完成 即可。

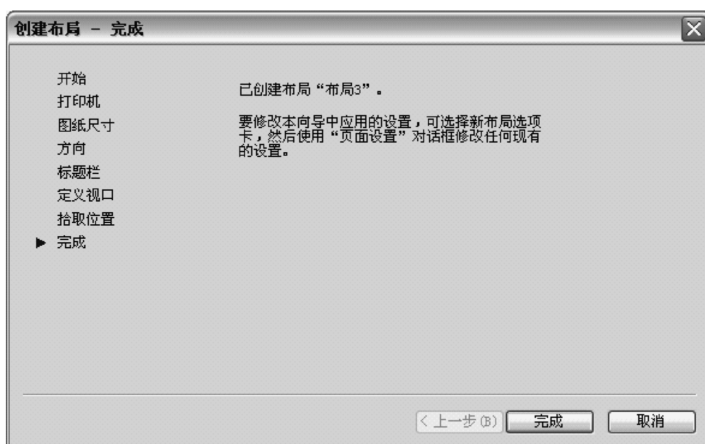


图5-9　“创建布局—完成”对话框

5.1.4　管理布局

右击“布局”标签，使用弹出的快捷菜单中的命令，可以删除、新建、重命名、移动或复制布局。默认情况下，单击某个布局选项卡时，系统将自动显示“页面设置”对话框，供设置页面布局。

如果以后要修改页面布局，可从快捷菜单中选择“页面设置管理器”命令，通过修改布局的页面设置，将图形按不同比例打印到不同尺寸的图纸中。

5.1.5　布局的页面设置

在模型空间中完成图形的设计和绘图工作后，就要准备打印图形。此时，可使用布局功能来创建图形多个视图的布局，以完成图形的输出。当第一次从“模型”标签切换到“布局”标签时，将显示一个默认的单个视口并显示在当前打印配置下的图纸尺寸和可打印区域。也可以使用“页面设置”对话框对打印设备和打印布局进行详细的设置，还可以保存页面设置，然后应用到当前布局或其他布局中。

选择“文件”/“页面设置管理器”命令，打开“页面设置管理器”对话框，如图5-10所示，各选项的功能如下：

1.“当前布局”或“当前图纸集”选项

列出要应用页面设置的当前布局。如果从图纸集管理器打开页面设置管理器，则显示当前图纸集的名称。如果从某个布局打开页面设置管理器，则显示当前布局的名称。

1）“布局”图标：从某个布局打开页面设置管理器时，将显示该图标。

2）“图纸集”图标：从图纸集管理器打开页面设置管理器时，将显示该图标。

2.“页面设置”选项组

显示当前页面设置，将另一个不同的页面设置为当前，创建新的页面设置，修改现有页



图 5-10 “页面设置管理器”对话框

面设置，以及从其他图纸中输入页面设置。

3. “页面设置”列表

列出可应用于当前布局的页面设置，或列出发布图纸集时可用的页面设置。

4. 当前页面设置

显示应用于当前布局的页面设置。由于在创建整个图纸集后，不能再对其应用页面设置，因此，如果从图纸集管理器中打开页面设置管理器，将显示“不适用”。

5. 置为当前(S)按钮

将所选页面设置为当前布局的当前页面设置。不能将当前布局设置为当前页面设置。“置为当前”对图纸集不可用。

6. 新建(N)...按钮

显示“新建页面设置”对话框，如图 5-11 所示。从中可以为新建页面设置输入名称，并指定要使用的基础页面设置。

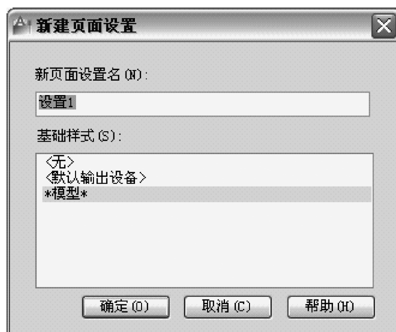


图 5-11 “新建页面设置”对话框

7. 修改(M)...按钮

显示“页面设置-模型”对话框，如图 5-12 所示。从中可以编辑所选页面设置的设置。

8. 输入(I)...按钮

显示“从文件选择页面设置”对话框（标准文件选择对话框），如图 5-13 所示。从中可以选择图形格式 DWG、DWT 或 Drawing Interchange Format（DXF）™文件，从这些文件中输入一个或多个页面设置。如果选择 DWT 文件类型，“从文件选择页面设置”对话框中将自动打开 Template 文件夹。单击“打开”按钮，将显示“输入页面设置”对话框，如图 5-14 所示。

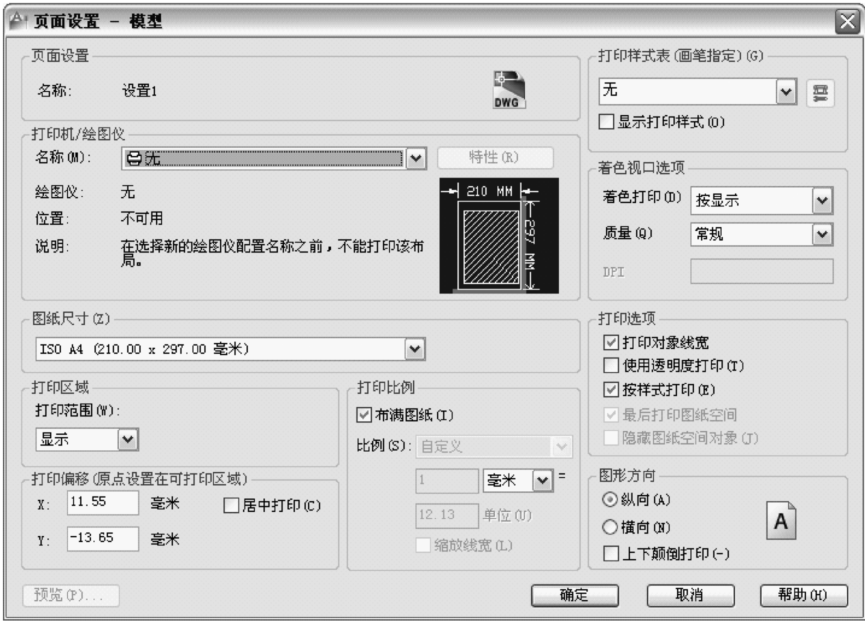


图 5-12　“页面设置-模型”对话框



图 5-13　“从文件选择页面设置”对话框

9. “详细信息”选项组

显示所选页面设置的信息。

1）“设备名”：显示当前所选页面设置中指定的打印设备的名称。

2）“绘图仪”：显示当前所选页面设置中指定的打印设备的类型。

3）“打印大小”：显示当前所选页面设置中指定的打印大小和方向。

4）“位置”：显示当前所选页面设置中指定的输出设备的物理位置。

5）“说明”：显示当前所选页面设置中指定的输出设备的说明文字。



图 5-14 “输入页面设置”对话框

5.2 浮动视口

在构造布局图时，可以将浮动视口视为图纸空间的图形对象，并对其进行移动和调整。浮动视口可以相互重叠或分离。在图纸空间中无法编辑模型空间中的对象，如果要编辑模型，必须激活浮动视口进入浮动模型空间。激活浮动视口的方法有多种，如可执行 MSPACE 命令、单击状态栏上的“图纸”按钮或双击浮动视口区域中的任意位置。

5.2.1 删除、新建和调整浮动视口

在布局图中，选择浮动视口边界，然后按 Delete 键即可删除浮动视口。删除浮动视口后，选择“视图”/“视口”/“新建视口”命令，可以创建新的浮动视口，此时需要指定创建浮动视口的数量和区域。

5.2.2 相对图纸空间比例缩放视图

如果布局图中使用了多个浮动视口，就可以为这些视口中的视图建立相同的缩放比例，这时可选择要修改其缩放比例的浮动视口，在“特性”窗口的“标准比例”下拉列表框中选择某一比例，然后对其他的所有浮动视口执行同样的操作，就可以设置一个相同的比例值。

5.2.3 在浮动视口中旋转视图

实例文件：example\Ch5\ shitu.dwg
操作录像：视频\练习\Ch5\ shitu.avi

在浮动视口中，执行 MVSETUP 命令可以旋转整个视图。该功能与 ROTATE 命令不同，ROTATE 命令只能旋转单个对象。

如图 5-15 所示，由左图得到右图。



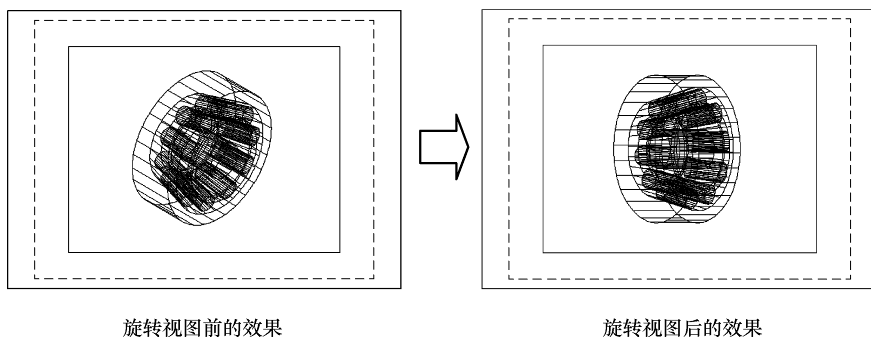


图 5-15　在浮动视口中旋转视图


操作步骤

命令行提示如下：

命令：MVSETUP
是否启用图纸空间？[否(N)/是(Y)]<是>：　//按 Enter 键
重生成模型-缓存视口
输入选项[对齐(A)/创建(C)/缩放视口(S)/选项(O)/标题栏(T)/放弃(U)]：A
//输入 A，选择对齐方式
输入选项[角度(A)/水平(H)/垂直对齐(V)/旋转视图(R)/放弃(U)]：R　//输入 R，旋转视图
指定视口中要旋转视图的基点：0,0　//指定视口中要旋转视图的基点坐标(0,0)
指定相对基点的角度：30　//指定旋转角度，按 Enter 键

5.2.4　创立特殊形状的浮动视口

在删除浮动视口后，可以选择“视图”/“视口”/“多边形视口” 命令，创建多边形形状的浮动视口。也可以将图纸空间中绘制的封闭多段线、圆、面域、样条或椭圆等对象设置为视口边界，这时可选择 “视图”/“视口”/“对象” 命令来创建。

5.3　打印图形

创建完图形之后，通常要打印到图纸上，也可以生成一份电子图纸，以便从互联网上进行访问。打印的图形可以包含图形的单一视图，或者更为复杂的视图排列。根据不同的需要，可以打印一个或多个视口，或设置选项以决定打印的内容和图像在图纸上的布置。

5.3.1　打印预览

在打印输出图形之前可以预览输出结果，以检查设置是否正确。例如，图形是否都在有效输出区域内等。选择 “文件”/“打印预览” 命令（PREVIEW），或在 “标准” 工具栏中单击 “打印预览” 按钮，可以预览输出结果。

AutoCAD 将按照当前的页面设置、绘图设备设置及绘图样式表等在屏幕上绘制最终要输出的图纸。

5.3.2 输出图形

在 AutoCAD 2012 中，可以使用“打印”对话框打印图形。当在绘图窗口中选择一个布局选项卡后，选择“文件”/“打印”命令，打开“打印-模型”对话框，如图 5-16 所示。



图 5-16 “打印-模型”对话框

1. “页面设置”选项组

列出图形中已命名或已保存的页面设置。可以将图形中保存的命名页面设置作为当前页面设置，也可以在“打印”对话框中单击 添加(.)... 按钮，基于当前设置创建一个新的命名页面设置。

1）“名称”下拉列表框：显示当前页面设置的名称。

2） 添加(.)... 按钮：单击此按钮，显示如图 5-17所示的“添加页面设置”对话框。从中可以将“打印”对话框中的当前设置保存到命名页面设置。可以通过“页面设置管理器”修改此页面设置。



图 5-17 “添加页面设置”对话框

2. “打印机/绘图仪”选项组

指定打印布局时使用已配置的打印设备。

如果选定绘图仪不支持布局中选定的图纸尺寸，将显示警告，用户可以选择绘图仪的默认图纸尺寸或自定义图纸尺寸。

1）“名称”下拉列表框：列出可用的 PC3 文件或系统打印机，可以从中进行选择，以打印或发布当前布局或图纸。设备名称前面的图标识别其为 PC3 文件还是系统打印机。

① PC3 文件图标：指示 PC3 文件。



② 系统打印机图标：指示系统打印机。

2）特性(R)... 按钮：单击此按钮，显示“绘图仪配置编辑器”（PC3 编辑器），如图 5-18 所示。从中可以查看或修改当前绘图仪的配置、端口、设备和介质设置。

3）“绘图仪”选项：显示当前所选页面设置中指定的打印设备。

4）“位置”选项：显示当前所选页面设置中指定的输出设备的物理位置。

5）“说明”选项：显示当前所选页面设置中指定的输出设备的说明文字。可以在绘图仪配置编辑器中编辑此文字。

6）“打印到文件”复选框：打印输出到文件而不是绘图仪或打印机。打印文件的默认位置是在“选项”对话框的“打印和发布”选项卡的“打印到文件操作的默认位置”中指定的。

如果“打印到文件”选项已打开，单击“打印”对话框中的 确定 按钮，将显示“浏览打印文件”对话框（标准文件浏览对话框），如图 5-19 所示。



图 5-18　“绘图仪配置编辑器”对话框



图 5-19　“浏览打印文件”对话框

7）“局部预览”区域：精确显示相对于图纸尺寸和可打印区域的有效打印区域。工具栏提示显示图纸尺寸和可打印区域。

3. “图纸尺寸”选项组

显示所选打印设备可用的标准图纸尺寸。如果未选择绘图仪，将显示全部标准图纸尺寸

的列表以供选择。

如果所选绘图仪不支持布局中选定的图纸尺寸，将显示警告，用户可以选择绘图仪的默认图纸尺寸或自定义图纸尺寸。

页面的实际可打印区域（取决于所选打印设备和图纸尺寸）在布局中由虚线表示。

如果打印的是光栅图像（如 BMP 或 TIFF 文件），打印区域大小的指定将以像素为单位而不是英寸或毫米。

4. “打印份数”选项组

指定要打印的份数。打印到文件时，此选项不可用。

5. “打印区域”选项组

指定要打印的图形区域。在“打印范围”下，可以选择要打印的图形区域。

1）“布局/图形界限”选项：打印布局时，将打印指定图纸尺寸的可打印区域内的所有内容，其原点从布局中的 0，0 点计算得出。

从“模型”选项卡打印时，将打印栅格界限定义的整个图形区域。如果当前视口不显示平面视图，该选项与“范围”选项效果相同。

2）“范围”选项：打印包含对象的图形的部分当前空间。当前空间内的所有几何图形都将被打印。打印之前，可能会重新生成图形以重新计算范围。

3）“显示”选项：打印选定的“模型”选项卡当前视口中的视图或布局选项卡上当前图纸空间视图中的视图。

4）“窗口”选项：打印指定的图形部分。指定要打印区域的两个角点时，“窗口”按钮才可用。单击“窗口”按钮以使用定点设备指定要打印区域的两个角点，或输入坐标值。

6. 打印偏移

根据“指定打印偏移时相对于”选项（“选项”对话框，“打印和发布”选项卡）中的设置，指定打印区域相对于可打印区域左下角或图纸边界的偏移。“页面设置”对话框的“打印偏移”区域在括号中显示指定的打印偏移选项。

图纸的可打印区域由所选输出设备决定，在布局中以虚线表示。修改为其他输出设备时，可能会修改可打印区域。

通过在“X 偏移”和“Y 偏移”框中输入正值或负值，可以偏移图纸上的几何图形。图纸中的绘图仪单位为英寸或毫米。

1）“居中打印”复选框：自动计算 X 偏移和 Y 偏移值，在图纸上居中打印。当“打印区域”设置为“布局”时，此选项不可用。

2）“X”文本框：相对于“打印偏移定义”选项中的设置指定 X 方向上的打印原点。

3）“Y”文本框：相对于“打印偏移定义”选项中的设置指定 Y 方向上的打印原点。

7. 打印比例

控制图形单位与打印单位之间的相对尺寸。打印布局时，默认缩放比例设置为 1∶1。从“模型”选项卡打印时，默认设置为“布满图纸”。

 如果在“打印区域”中指定了“布局”选项，则无论在“比例”中指定了何种设置，都将以 1∶1 的比例打印布局。



1）“布满图纸”复选框：缩放打印图形以布满所选图纸尺寸，并在“比例”、“Ξ”和“单位”文本框中显示自定义的缩放比例因子。

2）“比例”下拉列表框：定义打印的精确比例。“自定义”可定义用户定义的比例。可以通过输入与图形单位数等价的英寸（或毫米）数来创建自定义比例。

 可以使用 SCALELISTEDIT 修改比例列表。

3）“单位”文本框：指定与指定的英寸数、毫米数或像素数等价的单位数。

4）“缩放线宽”复选框：与打印比例成正比缩放线宽。线宽通常指定打印对象的线的宽度并按线宽尺寸打印，而不考虑打印比例。

8. “预览”按钮

按执行 preview 命令时在图纸上打印的方式显示图形。要退出打印预览并返回“页面设置”对话框，可先按 Esc 键，然后按 Enter 键；或单击鼠标右键并单击快捷菜单上的“退出”命令。

在将图形发送到打印机或绘图仪之前，最好先生成打印图形的预览。生成预览可以节约时间和材料。

9. “应用到布局”按钮

将当前“打印”对话框中所做的设置保存到当前布局。

10. “着色视口选项”选项组

指定着色和渲染视口的打印方式，并确定它们的分辨率级别和每英寸点数（DPI）。

1）“着色打印”下拉列表框：指定视图的打印方式。要为布局选项卡上的视口指定此设置，请选择该视口，然后在“工具”菜单中单击“特性”命令。

在“模型”选项卡上，可以从下列选项中选择：

① 按显示：按对象在屏幕上的显示方式打印。

② 线框：在线框中打印对象，不考虑其在屏幕上的显示方式。

③ 消隐：打印对象时消除隐藏线，不考虑其在屏幕上的显示方式。

④ 三维隐藏：打印对象时应用“三维隐藏”视觉样式，不考虑其在屏幕上的显示方式。

⑤ 三维线框：打印对象时应用“三维线框”视觉样式，不考虑其在屏幕上的显示方式。

⑥ 概念：打印对象时应用“概念”视觉样式，不考虑其在屏幕上的显示方式。

⑦ 真实：打印对象时应用“真实”视觉样式，不考虑其在屏幕上的显示方式。

⑧ 渲染：按渲染的方式打印对象，不考虑其在屏幕上的显示方式。

2）质量：指定着色和渲染视口的打印分辨率。

可从下列选项中选择：

① 草稿：将渲染和着色模型空间视图设置为线框打印。

② 预览：将渲染模型和着色模型空间视图的打印分辨率设置为当前设备分辨率的1/4，最大值为150DPI。

③ 普通：将渲染模型和着色模型空间视图的打印分辨率设置为当前设备分辨率的1/2，最大值为300DPI。

④ 演示：将渲染模型和着色模型空间视图的打印分辨率设置为当前设备的分辨率，最

大值为600DPI。

⑤ 最大：将渲染模型和着色模型空间视图的打印分辨率设置为当前设备的分辨率，无最大值。

⑥ 自定义：将渲染模型和着色模型空间视图的打印分辨率设置为“DPI”框中指定的分辨率设置，最大可为当前设备的分辨率。

3）“DPI”文本框：指定渲染和着色视图的每英寸点数，最大可为当前打印设备的最大分辨率。只有在“质量”框中选择了“自定义”后，此选项才可用。

11. “打印选项”选项组

指定线宽、打印样式、着色打印和对象的打印次序等选项。

1）“后台打印”复选框：选中“后台打印”复选框，可以在后台打印图形。

2）“打印对象线宽”复选框：指定是否打印指定给对象和图层的线宽。如果选择“按样式打印”，则该选项不可用。

3）“按样式打印”复选框：指定是否打印应用于对象和图层的打印样式。如果选择该选项，也将自动选择“打印对象线宽”复选框。

4）“最后打印图纸空间”复选框：首先打印模型空间几何图形。通常先打印图纸空间几何图形，然后再打印模型空间几何图形。

5）“隐藏图纸空间对象”复选框：指定 HIDE 操作是否应用于图纸空间视口中的对象。此选项只有在布局选项卡中可用。此设置的效果反映在打印预览中，而不反映在布局中。

6）“打开打印戳记”复选框：打开打印戳记。在每个图形的指定角点处放置打印戳记并/或将戳记记录到文件中。

打印戳记设置可以在“打印戳记”对话框中指定，可以从该对话框中指定要应用于打印戳记的信息，例如图形名称、日期和时间、打印比例等。要打开“打印戳记”对话框，请选择“打开打印戳记”选项，然后单击该选项右侧显示的“打印戳记设置”按钮，将显示“打印戳记”对话框，如图5-20所示。



图5-20 “打印戳记”对话框

也可以通过单击“选项”对话框的“打印和发布”选项卡中的“打印戳记设置”按钮来打开“打印戳记”对话框。



7）“将修改保存到布局”复选框：将在“打印”对话框中所做的修改保存到布局。

12. 图形方向

为支持纵向或横向的绘图仪指定图形在图纸上的打印方向。图纸图标代表所选图纸的介质方向。字母图标代表图形在图纸上的方向。

1）“纵向”单选按钮：放置并打印图形，使图纸的短边位于图形页面的顶部。

2）“横向”单选按钮：放置并打印图形，使图纸的长边位于图形页面的顶部。

3）“反向打印”复选框：上下颠倒地放置并打印图形。

4）“图标” ：指示选定图纸的介质方向并用图纸上的字母表示页面上的图形方向。

13. “打印样式表”（笔指定）**选项组**

设置、编辑打印样式表，或者创建新的打印样式表。

1）“名称”（无标签）对话框：显示指定给当前“模型”选项卡或布局选项卡的打印样式表，并提供当前可用的打印样式表的列表。

如果选择“新建”，将显示“添加打印样式表”向导，可用来创建新的打印样式表。显示的向导取决于当前图形是处于颜色相关模式还是处于命名模式。

2）“编辑”按钮 ：单击此按钮，打开“打印样式表编辑器”对话框的“表格视图”选项卡，如图 5-21 所示。从中可以查看或修改当前指定的打印样式表中的打印样式。



图 5-21　“表格视图”选项卡

14. “打印份数”选项组

指定要打印的份数。打印到文件时，此选项不可用。

各部分都设置完成之后，在“打印”对话框中单击“确定”按钮，AutoCAD 将开始输出图形并动态显示绘图进度。如果图形输出时出现错误或要中断绘图，可按 Esc 键，AutoCAD 将结束图形输出。

5.4 本章总结

本章主要介绍了打印与发布图形。打印功能可以将在 AutoCAD 中绘制好的图形打印出来；图形发布则实现了设计信息共享，这些都为工程设计人员进行高效的设计工作提供了极大的便利。

5.5 思考与练习

1. 思考题

1）在 AutoCAD2012 中，如何使用“页面设置”对话框设置打印环境？

2）在 AutoCAD2012 中，如何使用布局向导创建布局？

3）在 AutoCAD2012 中，如何在模型空间与图形空间之间切换？

4）在 AutoCAD2012 中，如何将图形发布为 Web 页？

2. 操作题

1）将图 5-22 所示的图形发布为 DWF 文件。

2）将图 5-23 所示的图形发布到 Web 页。

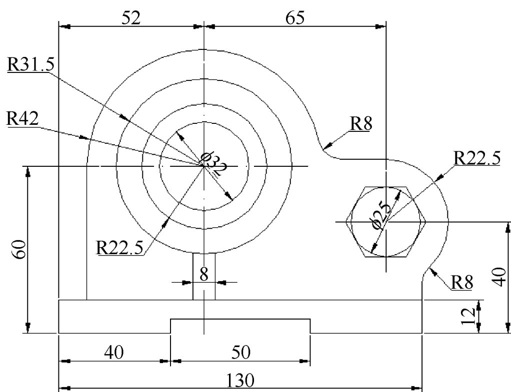


图 5-22　需要发布的图形（一）

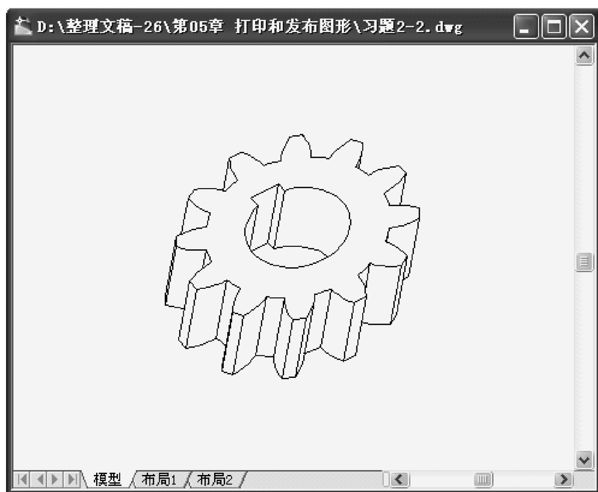


图 5-23　需要发布的图形（二）

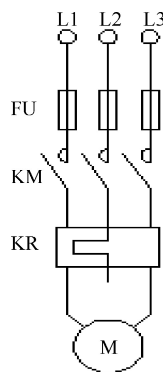
第 6 章　电气工程图的基本知识

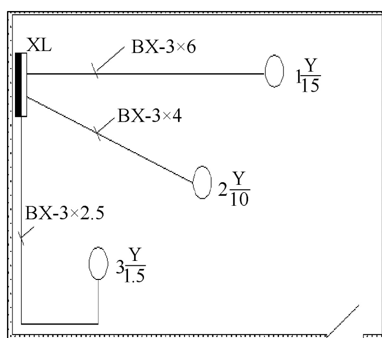
学习目标



了解电气工程图的分类与特点
了解电气图形符号的构成和分类
掌握电气工程 CAD 制图的规范

单线的比较简单，可以先绘制，然后借鉴它绘制成三线的电动机供电线路。电动机供电线路是基本的动力供电线路，它既可以绘制成单线的，也可以绘制成三线的。





车间电气图的绘制比较简单。绘制车间电气平面图，先绘制车间的墙线，然后绘制供电线路。设计者可以使用多线、图案填充、复制对象等工具完成车间电气图。

6.1 电气工程图的种类及特点

电气工程图既可以根据功能和使用场合分为不同的类别，也可以具有某些共同的特点，这些都有别于建筑工程图、机械工程图。

6.1.1 电气工程的分类

电气工程包含的范围很广，如电子、电力、工业控制、建筑电气等。电气工程图主要用来表现电气工程的构成和功能，描述各种电气设备的工作原理，提供安装、接线和维护的依据。从这个角度来说，电气工程主要分为以下 4 类：

1. 电力工程

电力工程又分为发电工程、变电工程和输电工程 3 类，分别介绍如下：

1）发电工程：根据不同的电源性质，发电工程主要可分为火电、水电、核电这 3 类。发电工程中的电气工程指的是发电厂电气设备的布置、接线、控制及其他附属项目。

2）变电工程：升压变电站将发电站发出的电能进行升压，以减少远距离输电的电能损失；降压变电站将电网中的高电压降为各级用户能使用的低电压。

3）输电工程：用于连接发电厂、变电站和各级电力用户的输电线路，包括内线工程和外线工程。内线工程指室内动力、照明电气线路及其他线路。外线工程指室外电源供电线路，包括架空电力线路、电缆电力线路等。

2. 电子工程

电子工程主要是指应用于家用电器、广播通信、电话、闭路电视、计算机等众多领域的弱点信号线路和设备。

3. 建筑电气工程

建筑电气工程主要应用于工业和民用建筑领域的动力照明、电气设备、防雷接地等，包括各种动力设备、照明灯具、电器以及各种电气装置的保护接地、工作接地、防静电接地等。

4. 工业控制电气

工业控制电气主要用于机械、车辆及其他控制领域的电气设备，包括机床电气、工厂电气、汽车电气和其他控制电气。

6.1.2 电气工程图的种类

电气工程图用来阐述电气工程的构成和功能，描述电气装置的工作原理，提供安装和维护所用的信息。电气工程的规模不同，该项工程的电气图的种类和数量也不同。

一般而言，—项电气工程的电气图（通常装订成册）由以下 10 部分组成：

1. 目录和前言

目录是对某个电气工程的所有图纸编出目录，好比书的目录，便于资料系统化和检索图样，方便查阅，由序号、图样名称、编号、张数等构成。

前言中一般包括设计说明、图例、设备材料明细表、工程经费概算等。

设计说明的主要目的在于阐述电气工程设计的依据、基本指导思想与原则，图样中未能

清楚表明的工程特点、安装方法、工艺要求、特殊设备的安装使用说明以及有关的注意事项等的补充说明。图例就是图形符号，一般在前言中只列出本套图样涉及的一些特殊图例。设备材料明细表列出该项电气工程所需的主要电气设备和材料的名称、型号、规格及数量，可供经费预算和购置设备材料时参考。工程经费概算用于大致统计出电气工程所需的费用，可以作为工程经费预算和决算的重要依据。

2. 电气系统图

电气系统图用于表示整个工程或该工程某一项目的供电方式和电能输送的关系，也可表示某一装置各主要组成部分的关系。例如，一个电动机的供电关系，则可采用图 6-1 所示的电气系统图。该电气系统由电源 L1、L2、L3、熔断器 FU、交流接触器 KM、热继电器 KR、电动机 M 构成，并通过连线表示如何连接这些元件。

3. 电路图

电路图是用图形符号绘制，并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成部分的连接关系，侧重表达电气工程的逻辑关系，而不考虑其实际位置的一种简图。

电路图主要表示一系统或装置的电气工作原理，又称为电气原理图。

电路图的用途广泛，可以用于详细地理解电路、设备或成套装置及其组成部分的作用原理，分析和计算电路特性，为测试和寻找故障提供信息，并作为编制接线图的依据，简单的电路图还可以直接用于接线。例如，为了描述图 6-1 所示电动机的控制原理，要使用图 6-2 所示的电路图清楚地表示其工作原理。按钮 S1 用于起动电动机，按下它可让交流接触器 KM 的电磁线圈通电，闭合交流接触器 KM 的主触头，电动机运转；按钮 S2 用于使电动机停止运转，按下它电动机就停转。

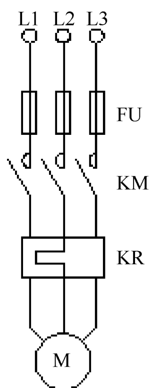


图 6-1　电动机电气系统图

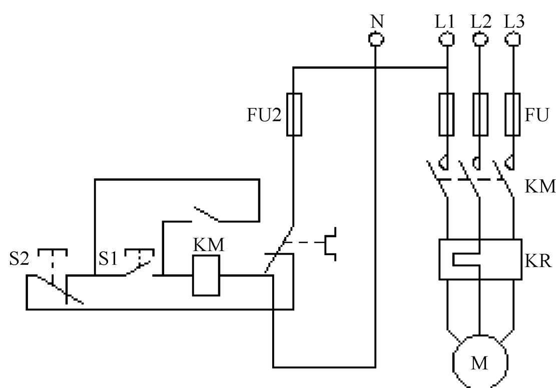


图 6-2　电动机控制电路原理图

4. 接线图

接线图是用符号表示电气装置内部各元件之间及其与外部其他装置之间连接关系的一种简图，便于安装接线及维护。有单元接线图、互连接线圈端子接线图、电线电缆配置图等类型。图 6-3 所示接线图清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系，图中电源（L1、L2、L3）由型号为 BX-3 ×6 的导线，顺序接至端子排 X、熔断器 FU、交流接触器 KM 的主触头，再经热继电器 KR 的热元件，接至电动机 M 的接线端子 U、V、W。图 6-3 与实际电

路是完全对应的。

5. 电气平面图

电气平面图主要表示电气工程中电气设备、装置和线路的平面布置，它一般是在建筑平面图的基础上绘制出来的。根据用途不同，电气工程平面图可分为线路平面图、变电所平面图、动力平面图、照明平面图、弱电系统平面图、防雷与接地平面图等。图6-4 所示为某车间的电气工程平面图。

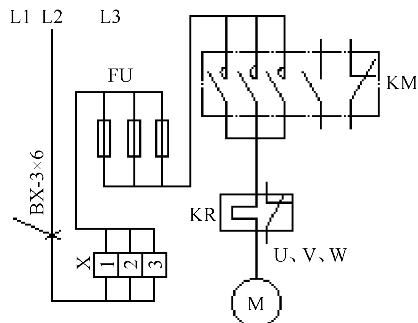


图6-3　电动机主回路接线图

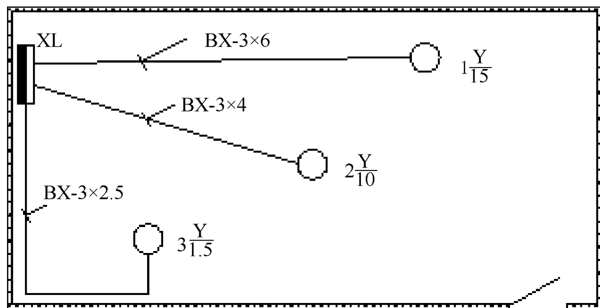


图6-4　某车间的电气工程平面图

6. 设备布置图

设备布置图主要表示各种电气设备和装置的布置形式、安装方式及相互位置之间的尺寸关系，通常由平面图、立向图、断面图、剖面图等组成。

7. 大样图

大样图主要表示电气工程某一部件的结构，用于指导加工与安装，其中一部分大样图为国家标准图。

8. 产品使用说明书用电气图

电气工程中选用的设备和装置，其生产厂家往往随产品使用说明书附上电气图，这种电气图也属于电气工程图。

9. 设备元件和材料明细表

设备元件和材料明细表是把某一电气工程中所需主要设备、元件、材料和有关的数据列成表格，表示其名称、符号、型号、规格、数量。这种表格主要用于说明图上符号所对应的元件名称和有关数据，应与图联系起来阅读。

10. 其他电气图

在电气工程图中，电气系统图、电路图、接线图、平面图是最主要的电气工程图。但在一些较复杂的电气工程中，为了补充和详细说明某一局部工程，还需要使用一些特殊的电气图，如功能图、逻辑图、印制电路板图、曲线图、表格等。

6.1.3　电气工程图的一般特点

1. 图形符号、文字符号和项目代号是构成电气图的基本要素

图形符号、文字符号和项目代号是构成电气图的基本要素，一些技术数据也是电气图的主要内容。电气系统、设备或装置通常由许多部件、组件、功能单元等组成，这些部件、组件或者功能模块称为项目。项目一般由简单的符号表示，这些符号就是图形符号，通常每个



图形符号都有相应的文字符号。在同一个图上为了区分相同的设备，需要进行设备编号，设备编号和文字符号一起构成项目代号。

在一张图上，一类设备只用一种图形符号。比如各种熔断器都用同一个符号表示。为了区别同一类设备中不同元件的名称、功能、状态、特征以及安装位置，还必须在符号旁边标注文字符号。例如，不同功能，不向规格的熔断器分别标注为 FU1、FU2、FU3、FU4。为了更具体地区分，除了标注文字符号、项目代号外，有时还要标注一些技术数据。

 一般是用一种图形符号描述和区分这些项目的名称、功能、状态、特征、相互关系、安装位置、电气连接等，不必画出它们的外形结构。

2. 简图是电气工程图的主要表现形式

简图是采用标准的图形符号和带注释的框或者简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系的—种图。电气工程图绝大多数都采用简图这种形式。

简图并不是指内容“简单”，而是指形式的“简化”，它是相对于严格按几何尺寸、绝对位置等绘制的机械图而言的。电气工程图中的系统图、电路图、接线图、平面布置图等都是简图。

3. 元件和连接线是电气图描述的主要内容

一种电气装置主要由电气元件和电气连接线构成，因此，无论是说明电气工作原理的电路图，表示供电关系的电气系统图，还是表明安装位置和接线关系的平面图和接线图等，都足以电气元件和连接线作为描述的主要内容。也正因为对电气元件和连接线有多种不同的描述方法，从而形成了电气图的多样性。

连接线在电路图中通常有多线表示法、单线表示法和混合表示法。每根连接线或导线备用一条图线表示的方法，称为多线表示法；两根或两根以上的连接线只用—条图线表示的方法，称为单线表示法；在同一图中，单线和多线同时使用的方法称为混合表示法。

4. 电气元件在电路图中的三种表示方法

用于电气元件的表示方法可分别采用集中表示法、半集中表示法、分开表示法。集中表示法是把一个元件各组成部分的图形符号绘制在一起的方法。比如可以把交流接触器的主触头和辅助触头、热继电器的热元件和触点集中绘制在一起。分开表示法是把一个元件的各组成部分分开布置；对同—个交流接触器，驱动线圈、主触头、辅助触头、热继电器的热元件和触点分别画在不同的电路中，用同一个符号 KM 或 FR 将各部分联系起来。

半集中表示法是介于集中表示法和分开表示法之间的一种表示法。其特点是，在图中把一个项目的某些部分的图形符号分开布置，并用机械连接线表示出项目中各部分的关系，其目的是得到清晰的电路布局。在这里，机械连接线可以是直线，也可以折弯、分支或交叉。

5. 表示连接线去向的两种方法

在接线图和某些电路图中，通常要求表示连接线的两端各引向何处，表示连接线去向一般有连续线表示法和中断线表示法。

表示两接线端子（或连接点）之间导线的线条是连续的方法，称为连续线表示法；表示两接线端子或连接点之间导线的线条中断的方法，称为中断线表示法。

6. 电气工程图两种基本的布局方法

功能布局法和位置布局法是电气工程图两种基本的布局方法。功能布局法是指绘图时只考虑元件之间功能关系而不考虑实际位置的一种布局方法。电气工程图中的系统图、电路原理图都是采用这种布局方法。位置布局法是指电气图中元件符号的布置对应于该元件实际位置的布局方法。电气工程图中的接线图、设备布置图及平面图通常采用这种布局方法。

7. 电气图的多样性

在某一个电气系统或电气装置中，各种元件、设备、装置之间，从不同角度、不同侧面去考察，存在着不同的关系，构成 4 种物理流：

1）能量流——电能的流向和传递；

2）信息流——信号的流向、传递和反馈；

3）逻辑流——表征相互间的逻辑关系；

4）功能流——表征相互间的功能关系。

物理流有的是实有的或有形的，如能量流、信息流等；有的则是抽象的，表示的是某种概念，如逻辑流、功能流等。

在电气技术领域内，往往需要从不同的目的出发，对上述 4 种物理流进行研究和描述，而作为描述这些物理流的工具之一——电气图，当然也需要采用不同的形式。这些不同的形式，从本质上揭示了各种电气图内在的特征和规律。实际上将电气图分成若干种类，从而构成了电气图的多样性。

例如，描述能量流和信息流的电气工程图，有系统图、框图、电路图、接线图等；描述逻辑流的电气图有逻辑图等；描述功能流的有功能表图、程序图、电气系统说明书用图等。

6.2 电气工程 CAD 制图的规范

电气工程设计部门设计、绘制图样，施工单位按图样组织工程施工，所以图样必须有设计和施工等部门共同遵守的一定的格式和一些基本规定、要求。这些规定包括建筑电气工程图自身的规定和机械制图、建筑制图等方面的有关规定。

本节根据国家标准 GB/T 18135—2008《电气工程 CAD 制图规则》中常用的有关规定，介绍电气工程制图的规范。

1. 图纸的格式与幅面尺寸

（1）图纸的格式

图幅是指图纸幅面的大小，所有绘制的图形都必须在图纸幅面以内。GB/T 18135—2008《电气工程 CAD 制图规则》包含了电气工程制图图纸幅面及格式的相关规定，绘制电气工程图纸时必须遵循此标准。

一张图纸的完整图面是由边框线、图框线、标题栏、会签栏组成的，其格式如图 6-5 所示。

（2）幅面尺寸

图纸的幅面就是除边框线所围成的图面。幅面尺寸共分五等：A0 ~ A4，具体的尺寸要求见表 6-1。



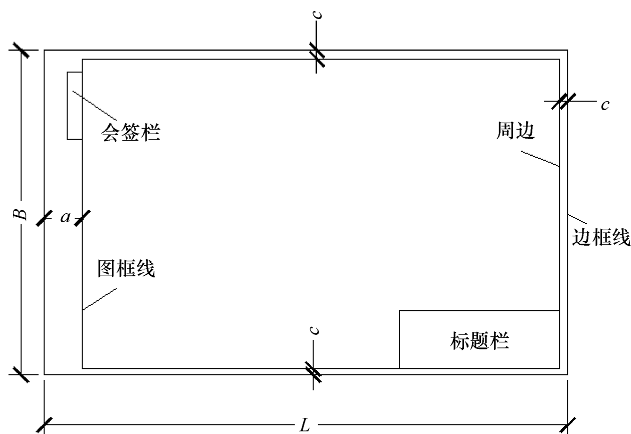


图 6-5　图面

表 6-1　基本幅面尺寸　　　　（单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长（$B \times L$）	841×1189	594×841	420×594	297×420	297×420
变宽（C）	10			5	
装订侧边宽	25				

2. 标题栏

标题栏是用来确定图样的名称、图号、张次、更改和有关人员签署等内容的栏目，位于图样的下方或右下方。图中的说明、符号均应以标题栏的文字方向为准。

目前我国尚没有统一规定标题栏的格式，各设计部门标题栏格式不一定相同。通常采用的标题栏格式应有以下内容：设计单位名称、工程名称、项目名称、图名、图别、图号等，如图 6-6 所示是一种标题栏格式，可供读者借鉴。

设计单位名称				工程名称	设计号	
					图号	
总工程师		主要设计人		项目名称		
设计总工程师		技核				
专业工程师	制图					
组长		描图		图名		
日期	比例					

图 6-6　标题栏格式

3. 图幅分区

如果电气图上的内容很多，尤其是一些幅面大、内容复杂的图，要进行分区，以便在读图或更改图的过程中迅速找到相应的部分。

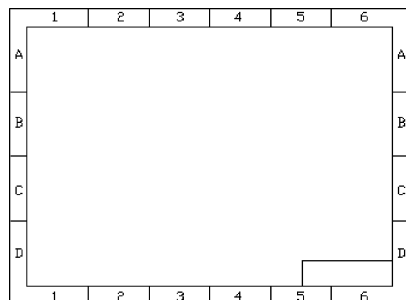


图 6-7　图幅分区

图幅分区的方法是等分图纸相互垂直的两边。分区的数目视图的复杂程度而定，但要求每边必须为偶数，每一分区的长度一般不小于 25mm，不大于 75mm。分区代号，竖向方向用大写拉丁字母从上到下编号，横向方向用阿拉伯数字从左往右编号，如图 6-7 所示。分区代

号用字母和数字表示，字母在前，数字在后，如 B2、C3 等。

4. 图线

图线是绘制电气图时所用的各种线条的统称，常用的图线见表 6-2。

表 6-2　图线形式与应用

图线名称	图线形式	图线应用	图线名称	图线形式	图线应用
粗实线		电气线路、一次线路	点画线		控制线、信号线、围框线
细实线		二次线路、一般线路	点画线、双点画线		辅助围框线
虚　线		屏蔽线、机械连线	双点画线		辅助围框线、36V 以下线路

5. 字体

电气图中的字体必须符合标准，一般汉字常用仿宋体、宋体，字母、数字用正体、罗马字体。字体的大小一般为 2.5～4.0，也可以根据不同的场合使用更大的字体，根据文字所代表的内容不同应用不同大小的字体。一般来说，电气元件触点号最小，线号次之，元件名称号最大。具体也要根据实际调整。

6. 比例

比例方面，由于图幅有限，而实际的设备尺寸大小不同，需要按照不同的比例绘制成才能安置在图中。图形与实际物体线性尺寸的比值称为比例。大部分电气工程图是不按比例绘制的，某些位置图则按比例绘制或部分按比例绘制。

电气工程图采用的比例一般为 1∶10，1∶20，1∶50，1∶100，1∶200，1∶500。例如，图样比例为 1∶100，图样上某段线路为 15cm，则实际长度为 15cm × 100 = 1500cm。

7. 方位

和建筑图类似，电气工程图也有方位、安装标高、定位轴线问题。一般来说，电气平面图按上北下南、左西右东来表示建筑物和设备的位置和朝向。但外电总平面图中用方位标记（指北针方向）来表示朝向。这是因为外电总平面图表现的图形不能总是刚好符合某规格的图样幅面，需要旋转一个角度才行。

8. 安装标高

在电气平面图中，电气设备和线路的安装高度是用标高来表示的，这与建筑制图类似。

标高有绝对标高和相对标高两种表示方法。绝对标高是我国的一种高度表示方法，又称为海拔。相对标高是选定某一参考面为零点而确定的高度尺寸。建筑工程图上采用的相对标高，一般是选定建筑物室外地平面为 ±0.00m，标注方法为根据这个高度标注出相对高度。

在电气平面图中，也可以选择每一层地平面或楼面为参考面，电气设备和线路安装、敷设位置高度以该层地平面为基准，一般称为敷设标高。

9. 定位轴线

电力、照明和电信平面布置图通常是在各建筑物平面图上完成的。由于在建筑物平面图中，建筑物都标有定位轴线，因此电气平面布置图也带有轴线。定位轴线编号的原则是：在水平方向采用阿拉伯数字，由左向右注写；在垂直方向采用拉丁字母（其中 I、O、Z 不



用)，从下往上注写，数字和字母分别用点画线引出。通过定位轴线可以帮助人们了解电气设备和其他设备的具体安装位置，使用定位轴线，可以很容易地找到设备的位置，对修改、设计变更图样有利。

10. 详图

电气设备中某些零部件、连接点等的结构、做法、安装工艺要求，有时需要将这些部分单独放大，详细表示，这种图称为详图。

电气设备的某些部分的详图可以画在同一张图样上，也可画在另一张图样上。为了将它们联系起来，需要使用一个统一的标记。标注在总图某位置上的标记称详图索引标志；标注在详图位置上的标记称详图标志。

6.3　电气图形符号的构成和分类

按简图形式绘制的电气工程图中，元件、设备、装置、线路及其安装方法等都是借用图形符号、文字符号和项目代号来表达的。分析电气工程图，首先要明了这些符号的形式、内存、含义以及它们之间的相互关系。

6.3.1　电气图形符号的构成

电气图形符号包括一般符号、符号要素、限定符号和方框符号。

1. 一般符号

一般符号是用来表示一类产品或此类产品特征的简单符号，如电阻、电容、电感等，如图 6-8 所示。

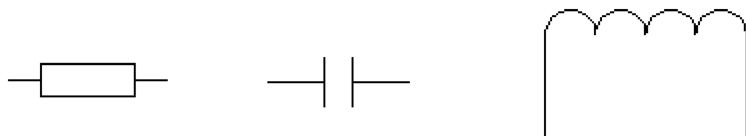


图 6-8　电阻、电容、电感符号

2. 符号要素

符号要素是—种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合构成一个设备或概念的完整符号。例如，真空二极管由外壳、阴极、阳极和灯丝 4 个符号要素组成。符号要素一般不能单独使用，只有按照一定方式组合起来才能构成完整的符号。符号要素的不同组合可以构成不同的符号。

3. 限定符号

一种用以提供附加信息的加在其他符号上的符号，称为限定符号。限定符号—般不代表独立的设备、器件和元件，仅用来说明某些特征、功能和作用等。限定符号一般不单独使用，一般符号加上不同的限定符号，可以得到不同的专用符号。例如，在开关的一般符号上加不同的限定符号可分别得到隔离开关、断路器、接触器、按钮开关、转换开关的符号。

限定符号通常不能单独使用，但一般符号有时也可用作限定符号，如电容的一般符号加到传声器符号上，即可构成电容式传声器的符号。

4. 方框符号

用以表示元件、设备等的组合及其功能，既不给出元件、设备的细节，也不考虑所有连接的一种简单的图形符号。

方框符号在系统图和框图中使用最多。另外，电路图中的外购件、不可修理件也可用方框符号表示。

6.3.2 电气图形符号的分类

最新的《电气简图用图形符号　第 1 部分：一般要求》国家标准代号为 GB/T 4728.1—2005，对各种电气符号的绘制做了详细的规定。

采用国际电工委员会（IEC）标准，在国际上具有通用性，有利于对外技术交流。GB/T 4728《电气简图用图形符号》共分 13 个部分。

1. 总则

内容包括《电气简图用图形符号　第 1 部分：一般要求》的内容提要、名词术语、符号的绘制、编号的使用及其他规定。

2. 符号要素、限定符号和其他常用符号

内容包括轮廓和外壳、电流和电压的种类、可变性、力或运动的方向、流动方向、材料的类型、效应或相关性、辐射、信号波形、机械控制、操作件和操作方法、非电量控制、接地、接机壳和等电位、理想电路元件等。

3. 导体和连接件

内容包括电线、屏蔽或绞合导线、同轴电缆、端子与导线连接、插头和插座、电缆密封终端头等。

4. 基本无源元件

内容包括电阻、电容、电感、铁氧体磁心、磁存储器矩阵、压电晶体等。

5. 半导体管和电子管

如二极管、晶体管、晶闸管、电子管、辐射探测器件等。

6. 电能的发生与转换

内容包括绕组、发电机、变压器、变流器等。

7. 开关、控制和保护器件

内容包括触点、开关、开关装置、控制装置、启动器、继电器、接触器、熔断器、避雷器等。

8. 测量仪表、灯和信号器件

内容包括指示仪表、记录仪表、热电偶，遥测装置、传感器、灯、电铃、蜂鸣器、扬声器等。

9. 电信：交换和外围设备

内容包括交换系统、选择器、电话机、电报和数据处理设备、传真机、换能器、记录和播放机等。

10. 电信：传输

内容包括通信电路、天线、波导管器件、信号发生器、激光器、调制器、解调器、光纤传输线路等。



11. 建筑安装平面布置图

内容包括发电站、变电所、网络、音响和电视的分配系统、建筑用设备、露天设备、防雷设备等。

12. 二进制逻辑元件

内容包括计数器、存储器等。

13. 模拟元件

内容包括放大器、函数器、电子开关等。

6.4　电动机供电系统图

电动机供电线路是基本的动力供电线路，它既可以绘制成单线的，也可以绘制成三线的。单线的比较简单，可以先绘制，然后借鉴它绘制成三线的电动机供电线路。

绘制电动机供电系统图。

> **实例文件**：example\Ch6\danxian.dwg
> **操作录像**：视频\Ch6\danxian.avi



操作步骤

1. 单线

1）首先绘制接线柱符号。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制圆 $\varphi5$。效果如图 6-9 所示。

2）现在绘制熔断器符号。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在圆的左边象限点的矩形 5×(－15)。效果如图 6-10 所示。

3）现在绘制触点符号，单击“修改”工具栏的“复制”命令按钮，把 $\varphi5$ 圆以其圆心为复制基准点，矩形 5×(－15) 下边中点为复制目标点。效果如图 6-11 所示。

4）现在排布电气符号。单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形 5×(－15) 和圆向下方移动，移动距离为 20。效果如图 6-12 所示。

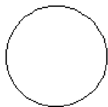


图 6-9　绘制圆

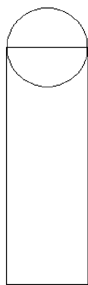


图 6-10　绘制矩形

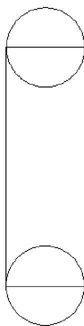


图 6-11　复制圆



图 6-12　移动矩形和圆

5）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把圆 $\varphi5$ 向下方移动，移动距离为 10。效果如图 6-13 所示。

6）现在绘制接线。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制起点为图6-14中所示象限点，端点为图6-15所示象限点的连线。效果如图6-16所示。



图6-13　移动圆



图6-14　捕捉起点



图6-15　捕捉端点



图6-16　绘制直线

7）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以图6-17虚线所示直线为修剪边，修剪掉捕捉块所示圆弧。结果如图6-18所示。

8）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，按命令行的提示绘制直线。命令行提示如下：

命令：_line
指定第一点：//捕捉图6-19所示端点
指定下一点或[放弃(U)]：@0，-15　//按相对坐标输入
指定下一点或[放弃(U)]：@0，-50
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：//按Enter键

效果如图6-20所示。



图6-17　指示修剪边



图6-18　修剪圆弧



图6-19　捕捉端点



图6-20　绘制直线

9）单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以图6-21所示端点为旋转中心把虚线所示的直线旋转30°。结果如图6-22所示。



10）现在绘制电动机符号。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制。效果如图6-23所示。

11）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把圆$\varphi 20$以其上边象限点为移动基准点，以图6-24所示端点为移动目标点移动。效果如图6-25所示。

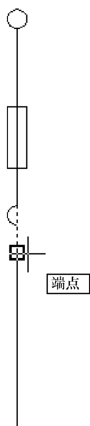
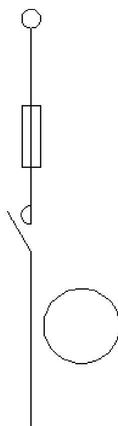


图6-21　捕捉端点


图6-22　旋转直线


图6-23　绘制圆

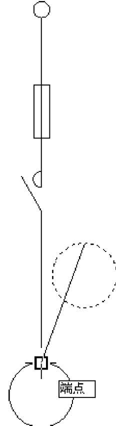
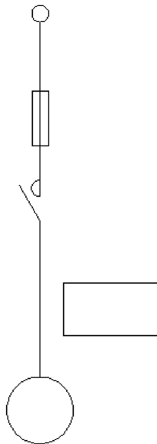


图6-24　捕捉端点

12）现在开始绘制热继电器符号。单击“绘图”具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在圆的左边象限点的矩形30×15。效果如图6-26所示。

13）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形30×15以其下边中点为移动基准点，以图6-27所示端点为移动目标点移动。效果如图6-28所示。


图6-25　移动圆


图6-26　绘制矩形

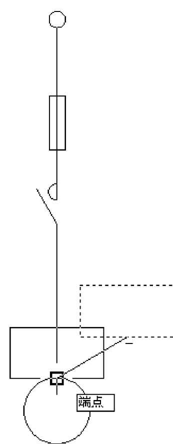
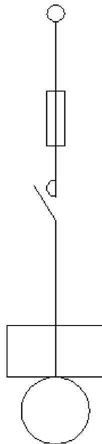


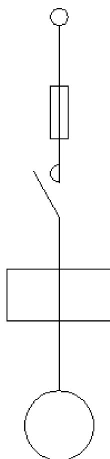
图6-27　捕捉端点


图6-28　对正矩形

14）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形30×15向上方移动，移动距离为30。效果如图6-29所示。

15）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在图6-30所示交点处的矩形（−10）×5。效果如图6-31所示。

16）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形向上方移动，移动距离为5。效果如图6-32所示。


图6-29　移动矩形

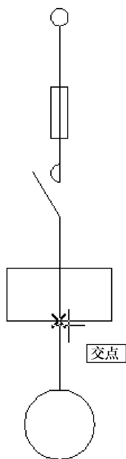
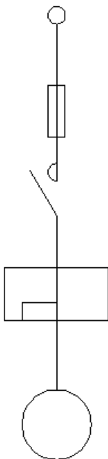
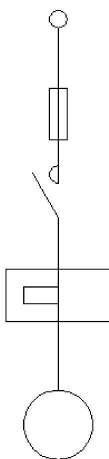


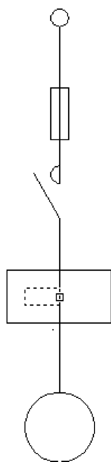
图6-30　捕捉交点

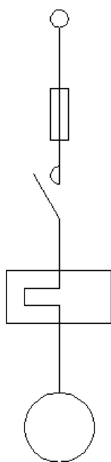

图6-31　绘制矩形


图6-32　移动矩形

17）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以图6-33所示矩形（-10）×5为修剪边，修剪掉光标所示线段。结果如图6-34所示。

18）最后书写各种符号的文字代号。单击“文字”工具栏的“多行文字”命令按钮 A，在圆 $\varphi20$ 中书写文字“M”，表示电动机。结果如图6-35所示。


图6-33　指示修剪边


图6-34　修剪直线段

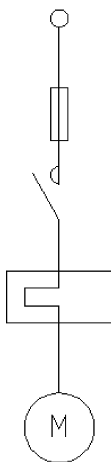


图6-35　书写文字

19）单击“修改”工具栏的“复制”命令按钮，把文字在元件旁边各复制一份。效果如图6-36所示。

20）单击“文字”工具栏的“编辑文字”命令按钮，然后单击文字，在屏幕出现的多打文字输入对话框组中把文字改成各个元件的代号。效果如图6-37所示。



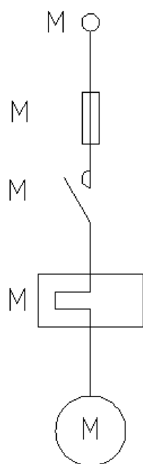


图6-36 复制文字

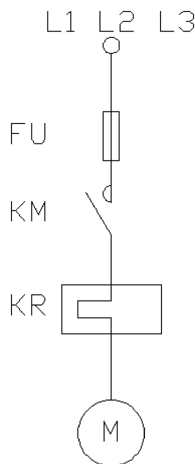


图6-37 修改文字

2. 三线

实例文件：example\Ch6\sanxian.dwg
操作录像：视频\Ch6\sanxian.avi

1）首先排布图形的基本内容。单击“修改”工具栏的“复制”命令按钮，把图6-38虚线所示图形向右复制一份，复制距离为12。效果如图6-39所示。

2）单击“修改”工具栏的“复制”命令按钮，把图6-38虚线所示图形向左复制一份，复制距离为12。效果如图6-40所示。

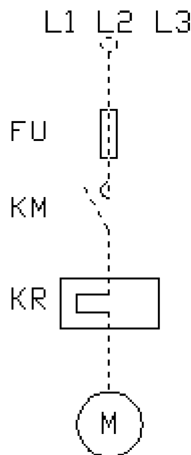


图6-38 选择图形

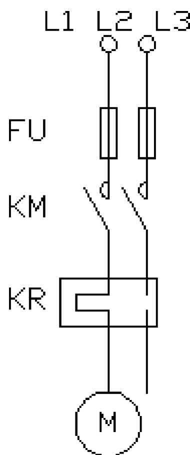


图6-39 向右复制图形

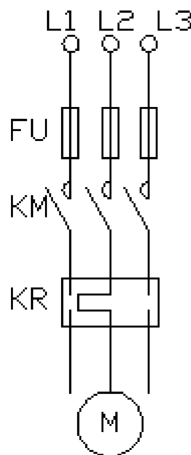


图6-40 向左复制图形

3）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，适当调整各条文字的位置，与元件位置相符。效果如图6-41所示。

4）这一步绘制新的连线。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制起点在电动机符号圆心，端点在@30<135的直线。效果如图6-42所示。

5）单击“修改”工具栏的“镜像”命令按钮，以过电动机符号圆心，垂直向下的

直线为对称轴，把斜线对称复制一份。效果如图 6-43 所示。

6）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以图 6-44 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉捕捉块所示的两边线头。结果如图 6-45 所示。

7）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以如图 6-46 虚线所示矩形为修剪边，修剪掉光标所示的两边线头。效果如图 6-47 所示。

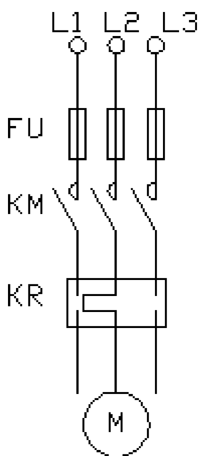


图 6-41　调整文字的位置

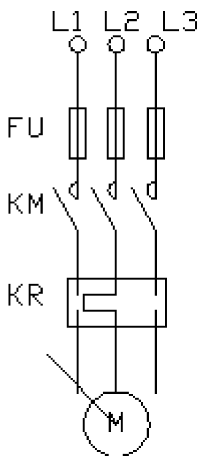


图 6-42　绘制斜线

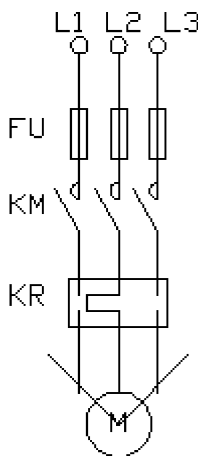


图 6-43　对称复制斜线

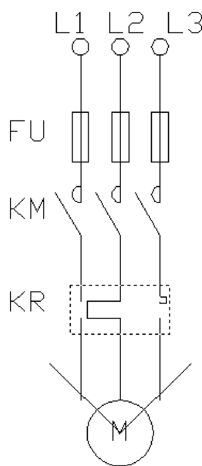


图 6-44　指示修剪边

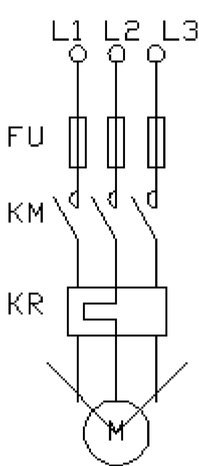


图 6-45　修剪图形

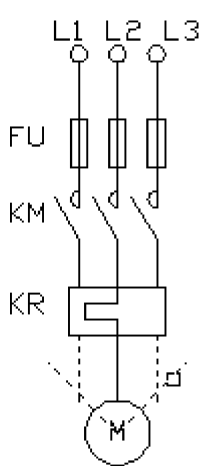


图 6-46　准备修剪

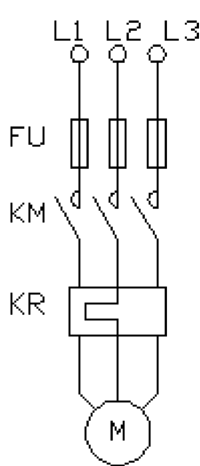


图 6-47　修剪线头

6.5　设备元件表

实例文件：example\Ch6\yuanjianbiao.dwg
操作录像：视频\Ch6\yuanjianbiao.avi

电气线路图中使用的各种元器件都要造册登记，详细标明名称、型号和参数，构成设备元件表便于采购部门安排进货，也便于财务部门核算成本。它是电气工程图的重要组成部分。设计者可以使用表格绘制命令绘制表格，然后逐一添加内容，完成整个表格。

绘制设备元件表。





操作步骤

1）单击“绘图”工具栏的“表格”命令按钮，屏幕出现“插入表格”对话框，表格参数设置如图6-48所示。



图6-48　“插入表格”对话框

2）单击“确定”按钮，屏幕出现设置好的表格和“文字格式”对话框，如图6-49所示，可在第一行输入文字了。

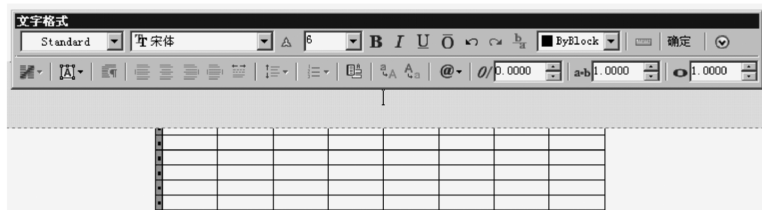


图6-49　表格和“文字格式”对话框

3）在第一行输入文字“设备元件表”之后按Enter键，即可输入第二行第一列中的文字，效果如图6-50所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	设备元件表							
4								
5								
6								
7								
8								

图6-50　输入第一行输入文字

4）在第二行第一列中输入文字“序号”之后按Enter键，即可输入第三行第一列中的文字，效果如图6-51所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	设备元件表							
2	序号							
3								
4								
5								
6								
7								
8								

图 6-51　输入文字“序号”

5）顺序输入第一列中的所有文字，效果如图 6-52 所示。

设备元件表							
序号							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

图 6-52　输入第一列文字

6）双击第二列第一行空格，如图 6-53 所示，即可输入文字。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	设备元件表							
2	序							
3								
4	2							
5	3							
6	4							
7	5							
8	6							

图 6-53　双击空格

7）顺序输入第二列中的所有文字，效果如图 6-54 所示。

设备元件表							
序号	符号						
1	M						
2	KM						
3	FU2						
4	FU1						
5	KR						
6	S1 S2						

图 6-54　输入第二列文字

8）参照第二列文字的输入方法，输入第三列文字，效果如图 6-55 所示。

9）参照第二列文字的输入方法，输入第四列文字，效果如图 6-56 所示。

10）参照第二列文字的输入方法，输入第五列文字，效果如图 6-57 所示。

11）参照第二列文字的输入方法，输入第六列文字，效果如图 6-58 所示。

12）参照第二列文字的输入方法，输入第七列文字，效果如图 6-59 所示。



设备元件表							
序号	符号	名称					
1	M	异步电动机					
2	KM	交流接触器					
3	FU2	熔断器					
4	FU1	熔断器					
5	KR	热继电器					
6	S1 S2	按钮					

图 6-55　输入第三列文字

设备元件表							
序号	符号	名称	型号				
1	M	异步电动机	Y				
2	KM	交流接触器	CJ10				
3	FU2	熔断器	RC1				
4	FU1	熔断器	RT0				
5	KR	热继电器	JR3				
6	S1 S2	按钮	LA2				

图 6-56　输入第四列文字

设备元件表							
序号	符号	名称	型号	规格			
1	M	异步电动机	Y	300V,15KW			
2	KM	交流接触器	CJ10	300V,40A			
3	FU2	熔断器	RC1	250V,1A			
4	FU1	熔断器	RT0	380V,40A			
5	KR	热继电器	JR3	40A			
6	S1 S2	按钮	LA2	250V,3A			

图 6-57　输入第五列文字

设备元件表							
序号	符号	名称	型号	规格	单位		
1	M	异步电动机	Y	300V,15KW	台		
2	KM	交流接触器	CJ10	300V,40A	个		
3	FU2	熔断器	RC1	250V,1A	个		
4	FU1	熔断器	RT0	380V,40A	个		
5	KR	热继电器	JR3	40A	个		
6	S1 S2	按钮	LA2	250V,3A	个		

图 6-58　输入第六列文字

设备元件表							
序号	符号	名称	型号	规格	单位	数量	
1	M	异步电动机	Y	300V,15KW	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	300V,40A	个	1	
3	FU2	熔断器	RC1	250V,1A	个	1	
4	FU1	熔断器	RT0	380V,40A	个	3	
5	KR	热继电器	JR3	40A	个	1	
6	S1 S2	按钮	LA2	250V,3A	个	2	

图 6-59　输入第七列文字

13）参照第二列文字的输入方法，输入第八列文字，效果如图 6-60 所示。

设备元件表							
序号	符号	名称	型号	规格	单位	数量	备注
1	M	异步电动机	Y	300V,15KW	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	300V,40A	个	1	
3	FU2	熔断器	RC1	250V,1A	个	1	配熔丝1A
4	FU1	熔断器	RT0	380V,40A	个	3	配熔丝30A
5	KR	热继电器	IR3	40A	个	1	整定值25A
6	S1 S2	按钮	LA2	250V,3A	个	2	一常开，一常闭触点

图 6-60　输入第八列文字

6.6　小车间电气平面图

实例文件：example\Ch6\ xiaochejiandianqipingmian.dwg
操作录像：视频\Ch6\xiaochejiandianqipingmian.avi

工具修磨室电气平面图用于指导如何在工具修磨室中配置电气设备。因此，应该先绘制车间的简单建筑平面图，然后在上面绘制供电线路。

本例车间电气平面图中，先绘制车间的墙线，然后绘制供电线路。

绘制小车间电气平面图。



操作步骤

1）绘制小车间的墙线。选择“绘图”/“多线”命令（MLINE），命令行提示如下：

```
命令：mline
当前设置：对正 = 上，比例 = 20.00，样式 = STANDARD
指定起点或[对正(J)/比例(S)/样式(ST)]：S
输入多线比例 <20.00>：2
当前设置：对正 = 上，比例 = 2.00，样式 = STANDARD
指定起点或[对正(J)/比例(S)/样式(ST)]：
指定下一点：@10,0
指定下一点或[放弃(U)]：@0,100
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：@-200,0
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：@0,-100
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：@170,0
指定下一点或[闭合(C)/放弃(U)]：@10,0
```

效果如图 6-61 所示。

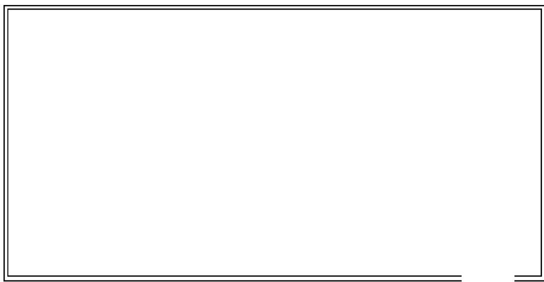


图 6-61　绘制墙线

2）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制墙线开口处的连线。效果如图6-62所示。

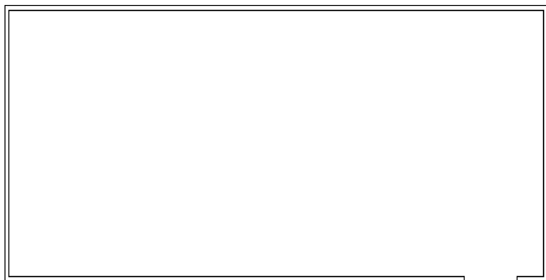


图6-62　封闭开口

3）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制起点为如图6-63所示中点，终点在@20<30的斜线上，作为门线。效果如图6-63、图6-64所示。

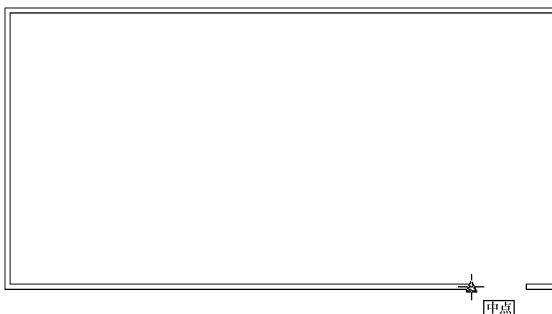


图6-63　捕捉中点

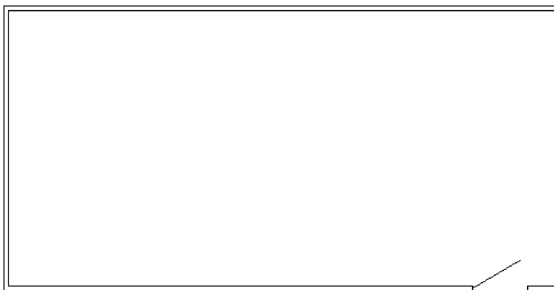


图6-64　绘制门线

4）单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”对话框，按如图6-65所示填上参数，填充墙线。效果如图6-66所示。

5）现在绘制配电箱。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，在房间左上角绘制3×20的矩形。效果如图6-67所示。

6）单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，正交地把矩形3×20向右复制一份，复制距离为3。效果如图6-68所示。



图 6-65 “图案填充和渐变色”对话框

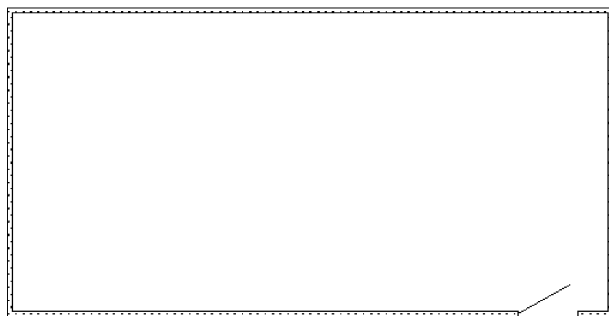


图 6-66 填充墙线

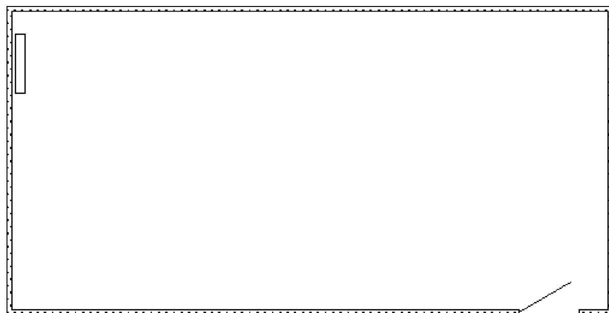


图 6-67 绘制矩形



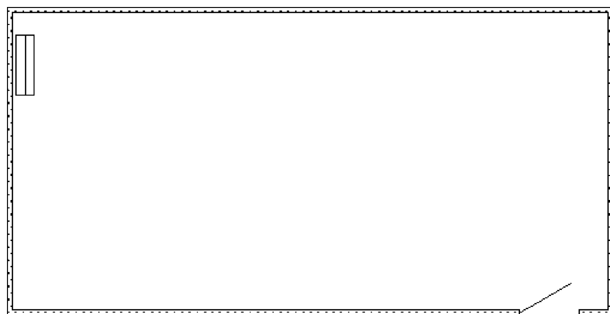


图 6-68　复制矩形

7）单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，在房间中绘制 3 个圆 $\varphi=6$，作为电动机符号。效果如图 6-69 所示。

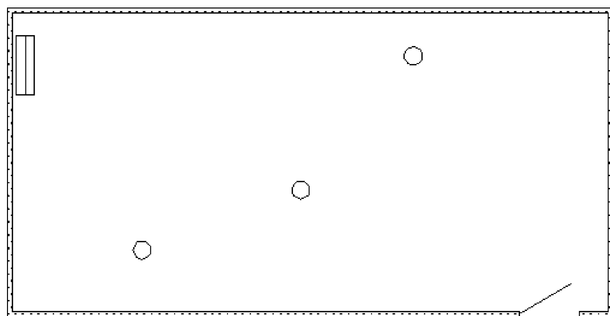


图 6-69　绘制电动机符号

8）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制配电柜和上边两台电动机之间的连线。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，沿墙角绘制配电柜和剩下的一台电动机之间的连线。结果如图 6-70 所示。

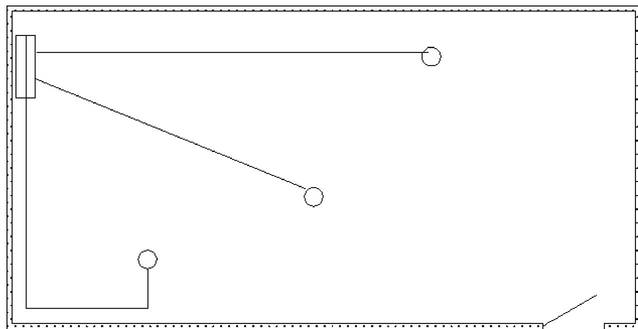


图 6-70　绘制连线

9）按照配电箱的画法填充矩形。单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”对话框，按如图 6-71 所示填上参数，使用当前颜色填充左边的矩形框。效果如图 6-72 所示。



图 6-71 “图案填充和渐变色”对话框

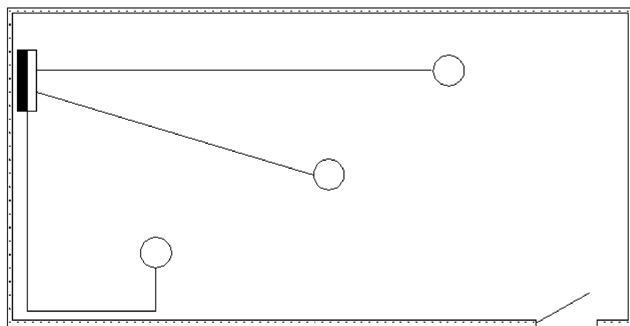


图 6-72 填充矩形

10）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，书写配电柜的代号和电动机的标号及型号参数。结果如图 6-73 所示。

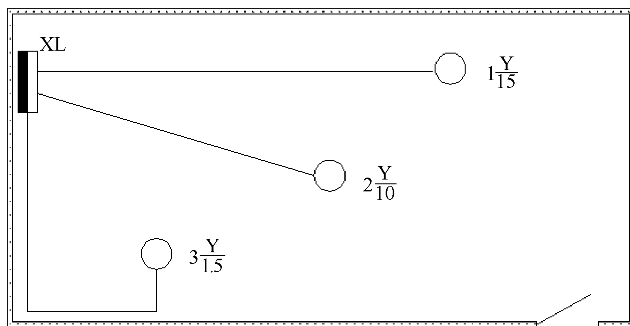


图 6-73 书写配电柜代号和电动机标号及型号参数



11）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写导线的型号。结果如图 6-74 所示。

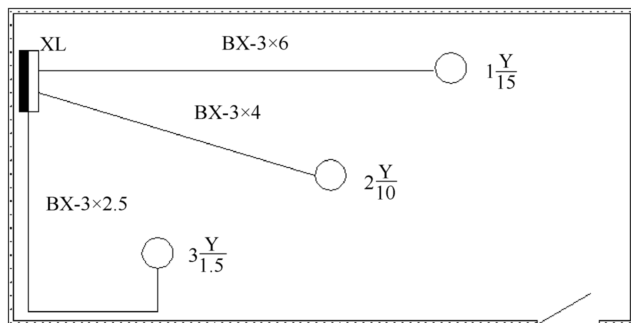


图 6-74　书写导线的型号

12）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制指示导线的箭头。结果如图 6-75 所示。

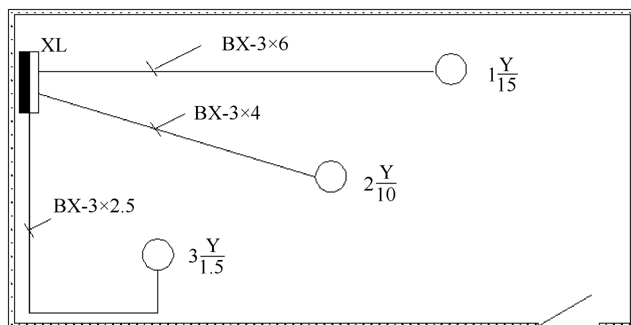


图 6-75　绘制指示导线的箭头

6.7　本章总结

本章主要介绍电气工程图的基本知识，包括电气工程的分类、电气工程图的种类、特点、电气工程 CAD 制图的规范、电气图形符号的构成等知识。通过本章的学习，读者将对电气工程图有一个初步认识，同时，也为将来进行规范的电气工程图设计打好基础。

6.8　思考与练习

1. 思考题

1）电气工程图一般具有哪些特点？

2）一般而言，一项工程的电气图由哪几部分组成？

2. 操作题

1）绘制如图 6-76 所示某电气设备材料明细表。

2）绘制如图 6-77 所示电动机控制接线图。

设备材料明细表							
序号	符号	名称	型号	规格	单位	数量	备注
1	M	异步电动机	Y	380V、15KM	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	380V、40A	个	1	
3	FU2	熔断器	RC1	250V、1A	个	1	配熔丝1A
4	FU1	熔断器	RT0	380V、40A	个	3	配熔丝 30A
5	KR	热继电器	JR3	40A	个	1	整定值 25A
6	S1 S2	按钮	LA2	250V、3A	个	2	常开、常闭触点

图 6-76 习题图 1

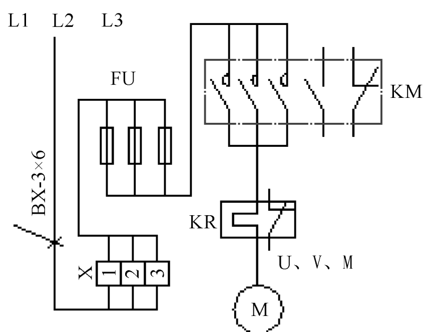


图 6-77 习题图 2

第 7 章　基本电气符号的绘制

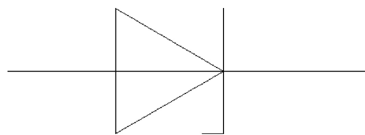
学习目标

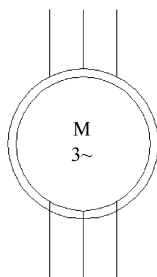


掌握基本电气符号绘制的基本理论

掌握基本电气符号常用绘图技巧

电气图形符号的绘制，包括导线和连接器件绘制，无源元件绘制，半导体管和电子管绘制，电动机和发电机的绘制，传输用天线、放大器等的绘制。





三相绕线转子异步电动机的绘制比较简单。主要由圆和直线组成。设计者可以使用偏移、延伸等操作完成三相绕线转子异步电动机的绘制。

本章主要介绍基本电气图形符号的绘制，包括导线和连接器件绘制，无源元件绘制，半导体管和电子管、电动机和发电机的绘制，传输用天线、放大器的绘制，变电工程中集线板、避雷器、熔断器的绘制，输电工程中发电机、起动机、信号灯、蓄电池、信号灯、前大灯的绘制。

7.1 绘制导线和连接器件

实例文件：example\Ch7\daoxianhelianjieqi.dwg
操作录像：视频\Ch7\daoxianhelianjieqi.avi

包括电线、屏蔽或绞合导线、同轴电缆等，较为常用的为导线和插座。

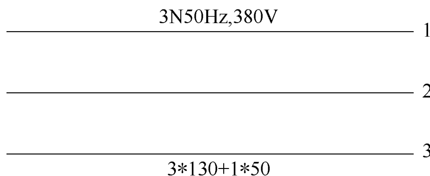


图 7-1　三相导线

绘制如图 7-1 所示效果的三相导线。

 **操作步骤**

1）单击“绘图”/“直线”命令（LINE），或者单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，命令行提示如下：

```
命令：_line 指定第一点：0,0  //按绝对坐标输入直线段的起点
指定下一点或[放弃(U)]：100,0  //按绝对坐标输入直线段的终点
指定下一点或[放弃(U)]：  //按 Enter 键,效果如图 7-2 所示
```

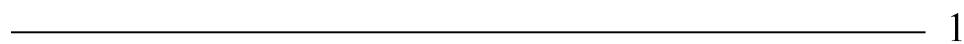


图 7-2　绘制直线 1

2）调用“复制”命令，另外复制两条直线，如图 7-2 所示，命令行提示如下：

```
命令：_offset
当前设置：删除源 = 否　图层 = 源　OFFSETGAPTYPE = 0
指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)]<通过>：  15//指定偏移距离
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：  //捕捉图中直线 1
指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>：
//在直线 1 下方单击左键
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：  //捕捉直线 2
指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>：
//在直线 2 下方单击左键
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：* 取消
//按 Enter 键,如图 7-3 所示
```

3）单击“绘图”/“多行文字”命令按钮，输入相应的文字。绘制如图 7-4 所示效果的插座符号。



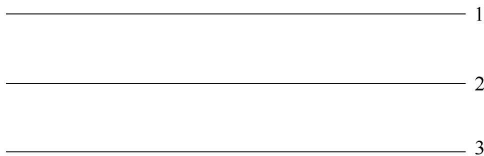


图7-3　偏移直线

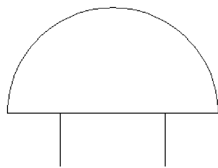


图7-4　插座符号

绘制图7-4所示效果的插座符号。

实例文件：example\Ch7\chazuofuhao.dwg
操作录像：视频\Ch7\chazuofuhao.avi



操作步骤

1）绘制直线，效果如图7-5所示。调用“绘图”工具栏中的“直线”命令，画一条直线，长度为20。

命令：_line 指定第一点：0,0
指定下一点或[放弃(U)]：@20,0
指定下一点或[放弃(U)]：*取消*　//按Enter键

2）绘制圆，效果如图7-6所示。选择“绘图”/“圆”/“圆心、半径”命令，或者单击绘图菜单中的“圆”命令按钮，绘制一个圆，命令行提示如下：

命令：_circle
指定圆的圆心或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]：10,0　//指定圆心
指定圆的半径或[直径(D)]：10　//指定圆的半径



图7-5　绘制直线

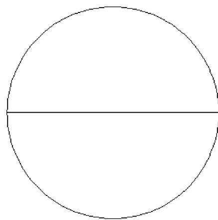


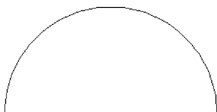
图7-6　直线和圆

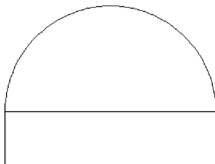
3）修剪图形。调用“修剪”命令按钮，将此圆修剪成半圆。效果如图7-7所示。命令行提示如下：

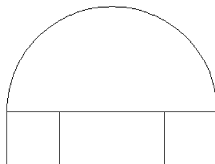
命令：_trim
当前设置：投影=UCS,边=无
选择剪切边...
选择对象或<全部选择>：指定对角点：找到2个　//选择直线和圆
选择对象：
选择要修剪的对象,或按住Shift键选择要延伸的对象,或[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：　//点击下半圆
选择要修剪的对象,或按住Shift键选择要延伸的对象,或[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：　//按Enter键,如图7-7所示

4）调用“绘图”工具栏中的“直线”命令，绘制两条直线，长度各为5。效果如图7-8所示。

5）调用“偏移”命令，选择图7-8中的竖直线为平移对象，将此两条直线分别向左向右平移，距离为5。效果如图7-9所示，命令行提示如下：


图7-7　修剪圆


图7-8　绘制直线


图7-9　偏移

命令：_offset：
当前设置：删除源=否　图层=源　OFFSETGAPTYPE=0
指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)]<5.0000>：5　//移动距离为5；
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：　//选择左面一条直线；
指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>：
　//选择直线右侧一点单击完成
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：　//选择右面一条直线；
指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>：
　//选择直线左侧一点单击完成

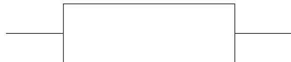
6）调用“删除”命令，删除掉两面直线。命令行提示如下：

命令：_erase
选择对象：找到1个　//选择要去除左侧直线
选择对象：　//按Enter键
命令：_erase
选择对象：找到1个　//选择要去除右侧直线
命令：_erase
选择对象：　//按Enter键

7.2　绘制无源元件

实例文件：example\Ch7\dianzu.dwg
操作录像：视频\Ch7\dianzu.avi

内容包括电阻、电容、电感、铁氧体磁心等，较为常用的为电阻、电感和电容。
绘制如图7-10所示效果的电阻符号。


图7-10　电阻符号


操作步骤

1）先绘制矩形，如图7-11所示。调用“矩形”命令，绘制矩形，命令行提示如下：



命令：_rectang：
指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(w)]：
　//选中图中一点；
指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]：D
　//选择“尺寸”模式，回车；
指定矩形的长度：30　//指定矩形长度；
指定矩形的宽度：10　//指定矩形宽度；
指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]：//任意在图上单击一点。

2）调用“分解”命令，命令行提示如下：

命令：_explode：
选择对象：//选择要分解的对象；
选择对象：//回车结束操作。

3）执行完毕后，该矩形已经被分解成为四条直线。选择“工具”栏菜单下的“草图设置”，将“对象捕捉”对话框中的“中点”选中，并单击“确定”按钮回到图形界面。

4）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，用鼠标捕捉矩形左侧边中点，如图7-12所示。向左边绘制一条长度为10的直线。

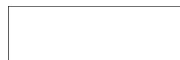


图7-11　绘制矩形



图7-12　捕捉左侧边中点

5）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，用鼠标捕捉矩形右侧边中点，如图7-13所示。向右边绘制一条长度为10的直线。



图7-13　捕捉右侧边中点

绘制如图7-14所示效果的电容符号。

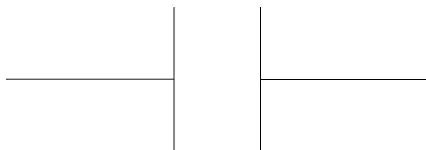


图7-14　电容



操作步骤

1）调用“矩形”命令，绘制长度为9，宽度为15的矩形。效果如图7-15所示。

2）调用“分解”命令，命令行提示如下：

命令：_explode
选择对象： //选择矩形
选择对象： //按 Enter 键

3）执行完毕后，该矩形已经被分解成为四条直线。

4）单击状态栏上的“正交”按钮，打开“捕捉对象”按钮，单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉图 7-16 所示的中点，以其为起点向左绘制一条长度为 15 的直线。效果如图 7-17 所示。捕捉图 7-18 所示的中点，以其为起点向右绘制一条长度为 15 的直线。效果如图 7-19 所示。

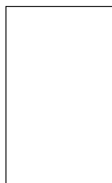


图 7-15　绘制矩形

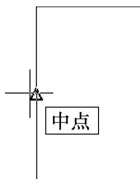


图 7-16　捕捉左边中点

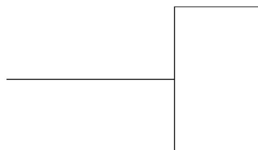


图 7-17　绘制直线

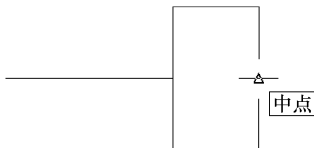


图 7-18　捕捉右侧边中点

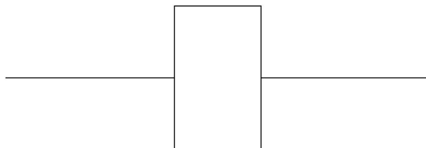


图 7-19　绘制直线

5）删除多余的直线。单击“修改”工具栏的“删除”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_erase
选择对象：找到 1 个 //选择矩形上边
选择对象：找到 1 个，总计 2 个 //选择矩形底边
选择对象： //按 Enter 键

7.3　绘制半导体管和电子管

实例文件：example\Ch7\ erjiguan.dwg

包括二极管、晶体管、晶闸管、电子管、辐射探测器件等，较常用的为二极管符号、晶体管符号和稳压二极管。

绘制图 7-20 所示效果的二极管符号。

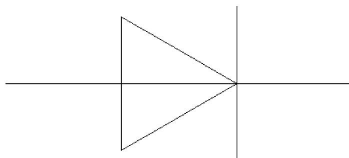


图 7-20　二极管





操作步骤

1）绘制二极管符号，调用“正多边形”命令。先画一个正三角形。打开“正交”命令，指定圆的半径为 10。效果如图 7-21 所示。命令行提示如下：

```
命令：_polygon：
输入边的数目 <4>：3　//三角形为三边
指定正多边形的中点或[边(E)]：　//任意在图上选一点
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>：I　//选择“内接于圆”方式
指定圆的半径：20　//设定半径为 20
```

2）单击“旋转”命令按钮，以图 7-22 所示的捕捉点为基点，打开“正交”状态命令，将正三角旋转 30°。命令行提示如下：

```
命令：_rotate
UCS 当前的正角方向：ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0
选择对象：找到 1 个　//拾取正三角形
选择对象：　//按 Enter 键
指定基点：　//捕捉基点
指定旋转角度,或[复制(C)/参照(R)] <0>：30　//指定旋转角度
```

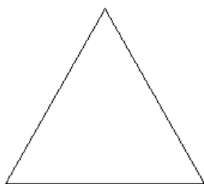


图 7-21　正三角形

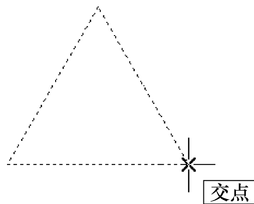


图 7-22　捕捉交点

3）效果如图 7-23 所示。

4）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在“正交”方式下，捕捉图 7-24 所示的交点，以其为起点向左绘制长度为 60 的水平直线，向右绘制长度为 30 的水平直线，向上和向下绘制长度为 20 的竖直直线。

绘制图 7-25 所示效果的晶体管符号。

实例文件：example\Ch7\sanjiguan.dwg

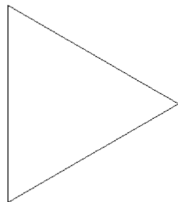


图 7-23　旋转图形

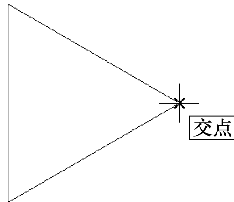


图 7-24　捕捉交点

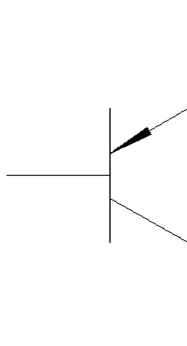


图 7-25　PNP 型晶体管



操作步骤

1）先画一个正三角形。单击“正多边形”命令按钮，指定圆的半径为 10。效果如图 7-26所示。命令行显示如下：

命令：_polygon：
输入边的数目 <4>：3　//指定变数为 3
指定正多边形的中点或[边(E)]：　//在屏幕上单击任意一点
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)]<I>：I　//选择“内接于圆”选项
指定圆的半径：20　//指定圆的半径

2）将正三角形顺时针旋转30°。调用“旋转”命令，命令行显示如下：

命令：_rotate
UCS 当前的正角方向：ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0
选择对象：找到 1 个　//选择对象
选择对象：　//按 Enter 键
指定基点：　//以图 7-27 所示的捕捉点为基点
指定旋转角度，或[复制(C)/参照(R)]<0>：-30
//指定旋转角度，效果如图 7-28 所示。

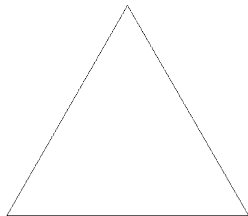


图 7-26　正三角形

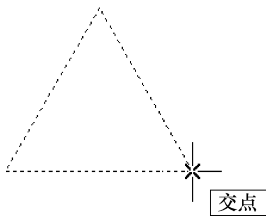


图 7-27　捕捉交点

3）调用“分解”命令，命令行提示如下：

命令：_explode：
选择对象：　//选择要分解的对象
选择对象：　//按 Enter 键

 执行完毕后，该矩形已经被分解成为三条直线。

4）对直线 1 进行偏移操作，效果如图 7-29 所示。调用“偏移”命令，命令行提示如下：

命令：_offset
当前设置：删除源 = 否　图层 = 源　OFFSETGAPTYPE = 0
指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)]<通过>：30　//指定偏移距离
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：　//选择直线 1
指定要偏移的那一侧上的点，或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>：
//在直线 1 的左侧单击一点
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：　//按 Enter 键



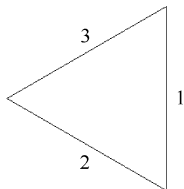


图7-28　旋转图形

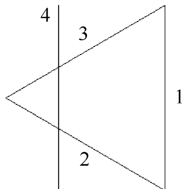


图7-29　偏移直线

5）修剪图形，效果如图7-30所示。单击“修改”工具栏上的修剪命令按钮，命令行提示如下：

命令：_trim
当前设置：投影＝UCS，边＝无
选择剪切边...
选择对象或＜全部选择＞：找到1个　//选择直线2
选择对象：找到1个，总计2个　//选择直线3
选择对象：找到1个，总计3个　//选择直线4
选择对象：　//按Enter键
选择要修剪的对象，或按住Shift键选择要延伸的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：　//选择直线4左侧直线2
选择要修剪的对象，或按住Shift键选择要延伸的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：　//选择直线4左侧直线3
选择要修剪的对象，或按住Shift键选择要延伸的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]：　//按Enter键

6）单击“修改”工具栏上的“删除”命令按钮，删除掉直线1。效果如图7-31所示。

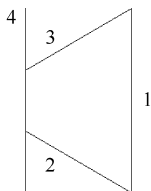


图7-30　修剪边

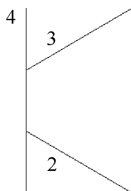


图7-31　删除直线

7）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在“正交”方式下，捕捉直线4的中点向左画一条直线，长度为40；捕捉直线2的右侧端点向下画一条直线，长度为40；捕捉直线3的右侧端点向上画一条直线，长度为40，效果如图7-32所示。

8）调用“多线段”命令，画一个PNP型晶体管。以A与BC相交直线中点为起点，以交点为终点画一箭头，其起点宽度为2，终点宽度为0。如图7-33所示，其命令行提示如下：

命令：_pline
指定起点：　//捕捉如图7-33所示的交点
当前线宽为3.0000

指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：W
//选择"宽度"选项
指定起点宽度 <3.0000>：0 //指定起点宽度
指定端点宽度 <0.0000>：3 //指定端点宽度
指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：
//捕捉直线 3 的中点
指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：
//按 Enter 键

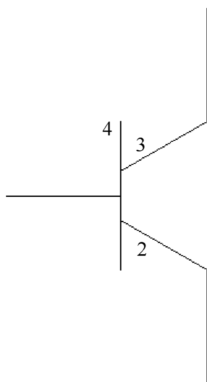


图 7-32　绘制直线

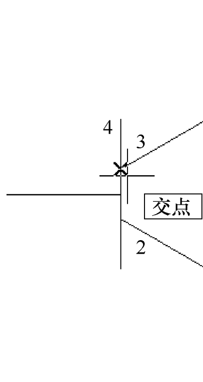


图 7-33　捕捉起点

绘制如图 7-34 所示效果的稳压二极管符号。

实例文件：example\Ch7\wenyaerjiguan.dwg

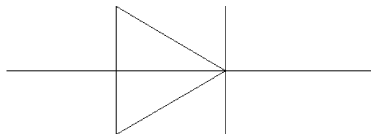


图 7-34　稳压二极管

 操作步骤

1）画一个正三角形，效果如图 7-35 所示。单击"正多边形"命令按钮，打开"正交"命令，命令行提示如下：

命令：_polygon
输入边的数目 <4>：3 //绘制正三角形
指定正多边形的中心点或[边(E)]： //在屏幕上单击任意一点
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>：I //选择"内接于圆"选项
指定圆的半径：10 //指定圆的半径

2）单击"复制"命令按钮，以如图 7-36 所示捕捉到的 AB 直线的中点为基准点，以 C 点为目标点复制直线 AB，效果如图 7-37 所示。

3）单击"绘图"工具栏中的"直线"命令按钮，在"正交"方式下，捕捉 C 点，



以其为起点向上绘制长度为 20，向下长度为 30 的直线，效果如图 7-38 所示。

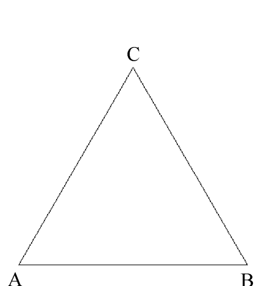


图 7-35　正三角形

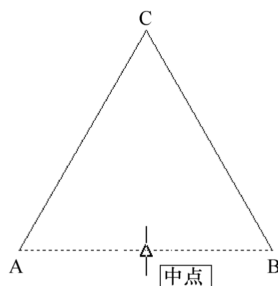


图 7-36　捕捉中点

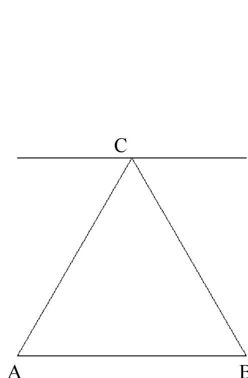


图 7-37　绘制直线

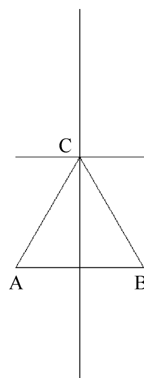


图 7-38　绘制竖直线

4）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在“正交”方式下，捕捉如图 7-39所示的端点，向下绘制一条直线，长度为 5；效果如图 7-40 所示。

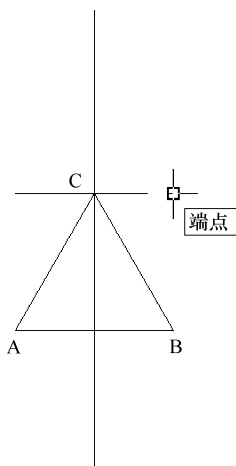


图 7-39　捕捉端点

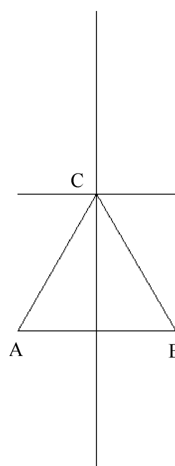


图 7-40　绘制直线

5）将图形顺时针旋转 90°。单击“旋转”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_rotate

UCS 当前的正角方向： ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0
选择对象：指定对角点：找到 12 个 //选择对象
选择对象： //按 Enter 键
指定基点： //捕捉 C 点
指定旋转角度，或[复制(C)/参照(R)] <270 >： -90 //指定旋转角度

7.4 电能的发生和转换

包括绕组、发电机、变压器、变流器等。较常用的为三相绕线式转子异步电动机、交流测速发电机和三相绕组变压器。

绘制如图 7-41 所示效果的三相绕线式转子异步电动机。

实例文件：example\Ch7\yibudiandongji.dwg

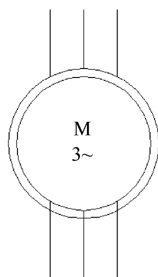


图 7-41 三相绕线式转子异步电动机



操作步骤

1）绘制圆，效果如图 7-42 所示。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_circle
指定圆的圆心或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]： //单击屏幕上一点
指定圆的半径或[直径(D)] <10.0000 >： //指定圆的半径

2）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在“正交”方式下，捕捉起点在圆的上象限点，长度为 10 的直线，效果如图 7-43 所示。

3）对直线进行偏移操作。单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把直线向两侧各偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 7-44 所示。

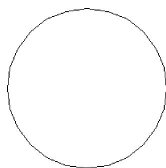
4）单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，延伸偏移复制得到的直线至圆上，效果如图 7-45 所示。

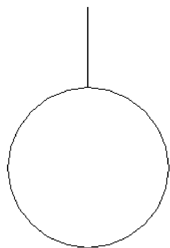
5）单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以圆的水平直径为对称轴，把三条直线对称复制一份。效果如图 7-46 所示。

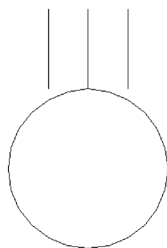
6）单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把圆向外侧偏移复制一份，复制距离为 1.2，效果如图 7-47 所示。

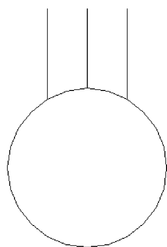
7）修剪图形。单击“修改”工具栏上的修剪命令按钮，以外侧圆为修剪边，修剪掉它内部上边的线头，效果如图 7-48 所示。

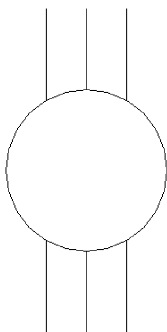


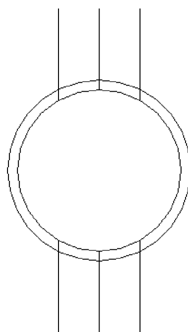

图 7-42　绘制圆


图 7-43　绘制直线

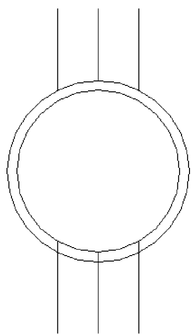

图 7-44　偏移直线


图 7-45　延伸直线


图 7-46　镜像直线


图 7-47　偏移圆

8）单击“绘图”工具栏上的“多行文字”命令按钮A，输入文字、符号。然后单击“修改”工具栏中的“平移”命令按钮，将文本内容调整至合适位置（中心位置）。


图 7-48　修剪图形

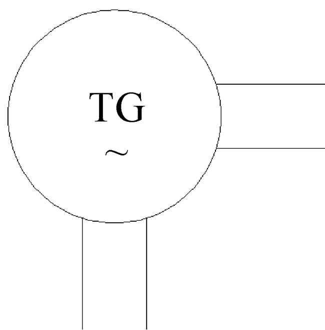


图 7-49　交流测速发电机

绘制如图 7-49 所示效果的交流测速发电机符号。

实例文件：example\Ch7\jiaoliucesufadianji.dwg



操作步骤

1）绘制圆，效果如图 7-50 所示。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，命令行提示如下：

命令：_circle
指定圆的圆心或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]：//单击屏幕上一点

指定圆的半径或[直径(D)] <10.0000>：//指定圆的半径

2）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在“正交”方式下，捕捉起点在圆右侧象限点，长度为10的直线，效果如图7-51所示。

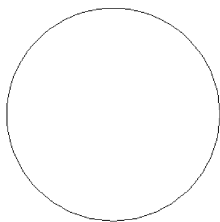


图7-50　绘制圆

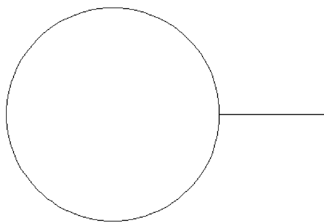


图7-51　绘制直线

3）对直线进行偏移操作。单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把直线向两侧各偏移复制一份，复制距离为3，效果如图7-52所示。

4）单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，延伸偏移复制得到的直线至圆上，效果如图7-53所示。

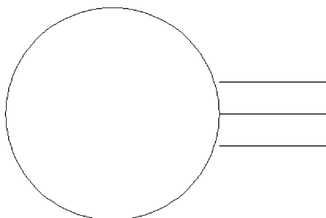


图7-52　偏移直线

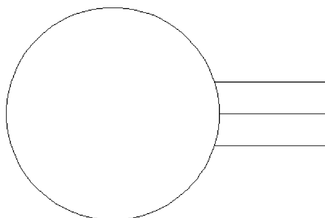


图7-53　延伸直线

5）单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除中间的水平直线，效果如图7-54所示。

6）按同样的方法绘制位于圆下侧的两条直线，效果如图7-55所示。

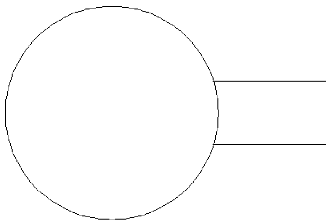


图7-54　删除中间直线

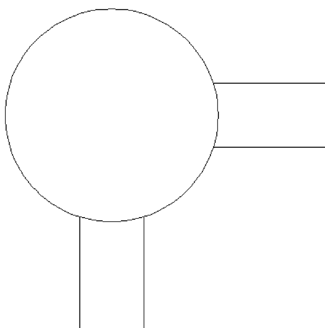


图7-55　绘制垂直直线

7）单击“绘图”工具栏上的“多行文字”命令按钮，输入文字、符号。然后单击“修改”工具栏中的“平移”命令按钮，将文本内容调整至合适位置（中心位置）。



7.5　本章总结

本章主要介绍了基本电气图形符号（如电动机、发电机）的绘制，通过本章的学习，读者应能够熟练掌握基本电气元件的绘制方法，并可以举一反三，使用 AutoCAD 2012 的基本绘图和修改工具绘制其他的电气元件符号，为以后绘制复杂电气工程图做好准备工作。

7.6　思考与练习

1. 思考题

1）无源元件一般包括哪些元件？

2）开关、控制和保护装置一般包括哪些元件？

2. 操作题

1）绘制如图 7-56 所示电铃符号。

2）绘制如图 7-57 所示熔断器符号。

3）绘制如图 7-58 所示信号灯符号。

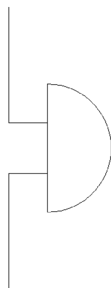


图 7-56　电铃

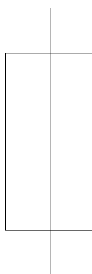


图 7-57　熔断器

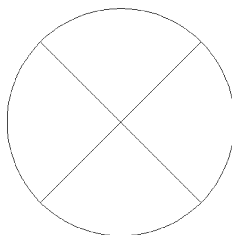


图 7-58　信号灯

第 8 章　变电和输电工程图设计

学习目标

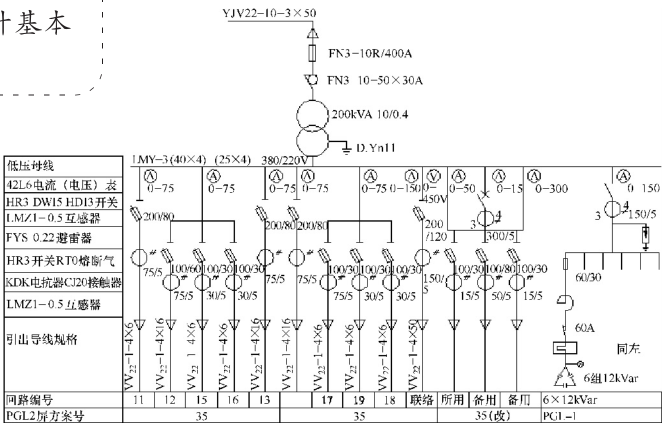


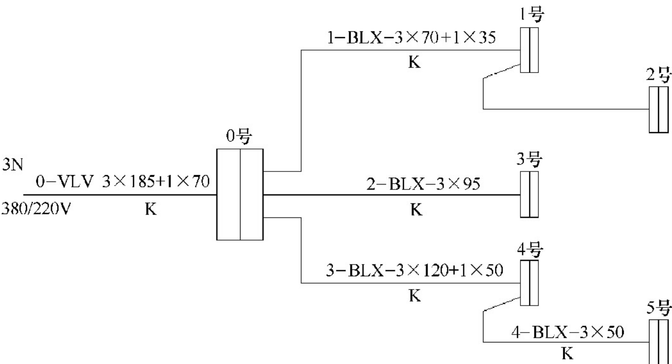
熟练掌握变电和输电工程的绘图技巧

掌握变电和输电工程图的绘制

了解变电和输电工程设计基本知识

变电工程包括升压变电和降压变电。而降压变电站就是将电网中的高电压降为各级用户能使用的低电压。因此绘制低电压电系统图应先绘制低压配电系统的进线图，再绘制支线图。





输电工程图就是用来描述输送线路的电气工程图。动力电从变电站出来之后即可输送到各个用电车间。设计者可以先简单绘制建筑平面图，然后绘制电气图,最后标注电气图。



8.1　变电和输电工程概述

变电工程包括升压变电和降压变电。升压变电站将发电站发出的电能进行升压，以减少远距离输电的电能损失；降压变电站将电网中的高电压降为各级用户能使用的低电压。输电工程主要是指连接发电厂、变电站和各级电力用户的输电线路，包括内线工程和外线工程。内线工程指室内动力、照明电器线路及其他线路。外线工程指室外电源供电线路，包括架空电力线路等。

为了能够清晰准确地表达电力变电工程的各种设计意图，就必须采用变电工程图。简单来说变电工程图也就是对变电站和输电线路各种接线形式的各种具体情况的描述。它的意义就在于用统一直观的标准来表达变电工程的各个方面。

输电工程图就是用来描述输送线路的电气工程图。要绘制输电工程图，可以先绘制输电工程元件，包括变电站、电杆、发电机、起动机、信号灯、各种保护监测元件等，然后把这些元件组织成输电工程图。

8.2　10kV 线路平面图

实例文件：example\Ch8\xianlupingmiantu.dwg
操作录像：视频\Ch8\xianlupingmiantu.avi

绘制 10kV 线路平面图时，可以先绘制出 10kV 线路的主线，然后绘制每根电杆的拉线，即局部不绘制。

1. 主线

主线是电力送出变压器和电力输入变压器之间的线路。主线可能要跨越高山大河、公路桥梁，这些都需要绘制清楚。



操作步骤

1）首先绘制输电变压器符号。单击“绘图”工具栏的“圆”命令按钮，绘制 $\varphi=15$ 的圆。效果如图 8-1 所示。

2）单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，屏幕出现“图案填充和渐变色”对话框，按如图 8-2 所示填上参数，给 $\varphi=15$ 的圆打上斜剖线。效果如图 8-3 所示。

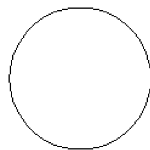


图 8-1　绘制圆

3）单击“绘图”工具栏的“圆”命令按钮，绘制与 $\varphi=15$ 的圆同心的 $\varphi=5$ 的圆。效果如图 8-4 所示。

4）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把 $\varphi=5$ 的圆向右边移动，移动距离为 15。效果如图 8-5 所示。

5）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把 $\varphi=5$ 的圆向右边复制一份，复制距离 20。效果如图 8-6 所示。

6）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制起点为图 8-7 所示的象限点，端点在图 8-8 和图 8-9 所示象限点的直线上。效果如图 8-10 所示。

7）单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，选择阵列对象，如图 8-11 所示。



图 8-2 “图案填充和渐变色”对话框

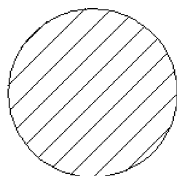


图 8-3 图案填充

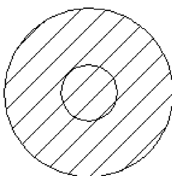


图 8-4 绘制圆

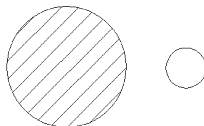


图 8-5 移动圆

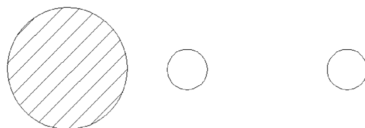


图 8-6 复制圆

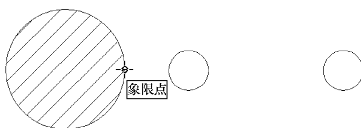


图 8-7 捕捉起点

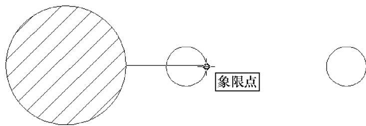


图 8-8 捕捉一个端点

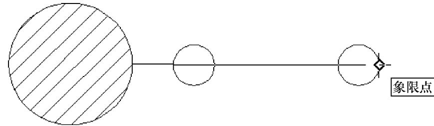


图 8-9 捕捉另一个端点

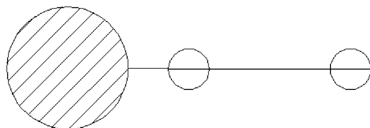


图 8-10 绘制直线

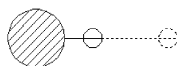


图 8-11 选择“阵列”对象



按提示如图8-12所示把右边 $\varphi=5$ 的圆和直线阵列4列，列距20。效果如图8-13所示。

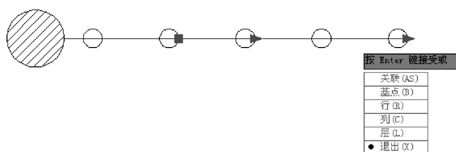


图8-12　“阵列”对象

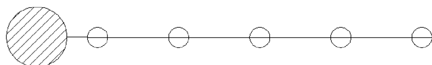


图8-13　阵列图形

8）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以图8-14虚线所示的两个 $\varphi=5$ 的圆为修剪边，修剪掉它里边的线头。效果如图8-15所示。

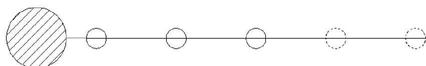


图8-14　捕捉线头

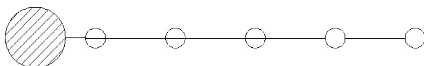


图8-15　修剪线头

9）单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以图8-16中光标所示的圆心为旋转中心，把虚线所示的图形旋转 $-3°$。效果如图8-17所示。

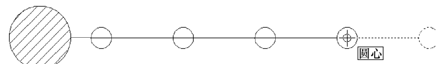


图8-16　捕捉圆心

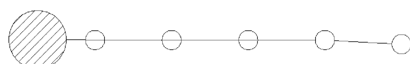


图8-17　旋转图形

10）现在开始绘制平衡拉线，它用于平衡电杆受到的拉力。单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把右边第2个圆向外边偏移复制一份，复制距离为3。效果如图8-18所示。

11）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制两端分别在右边两段直线与偏移复制的圆的交点的连线。效果如图8-19所示。

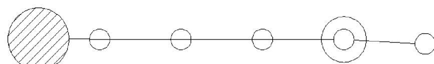


图8-18　偏移复制圆

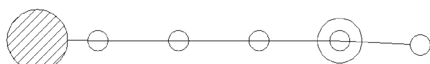


图8-19　绘制直线

12）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制起点在图8-20所示位置，终点在图8-21所示垂足的直线。效果如图8-22所示。

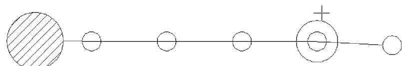


图8-20　捕捉起点

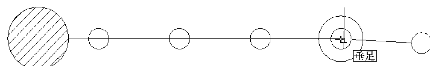


图8-21　捕捉垂足

13）单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除图8-23虚线所示图形。效果如图8-24所示。

14）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把所绘制的垂线以图8-25所示其下边端点为移动基准点，圆心为移动目标点移动。效果如图8-26所示。

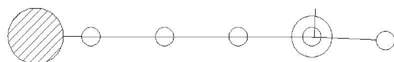


图 8-22　绘制垂线

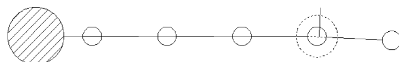


图 8-23　捕捉图形

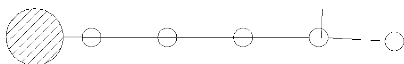


图 8-24　删除图形

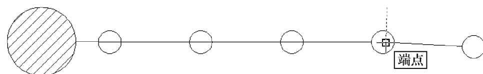


图 8-25　捕捉端点

15）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制一条垂直于所绘垂线的短直线。效果如图 8-27 所示。

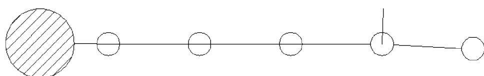


图 8-26　移动垂线

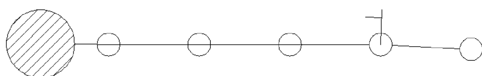


图 8-27　绘制直线

16）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把刚才绘制的短直线以其中点为移动基准点，图 8-28 所示端点为移动目标点移动。效果如图 8-29 所示。

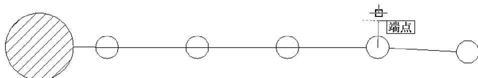


图 8-28　捕捉端点

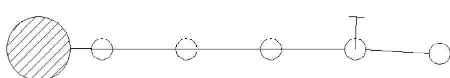


图 8-29　移动直线

17）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以图 8-30 虚线所示圆为修剪边，修剪掉它里边的线头，作为平衡拉线。效果如图 8-31 所示。

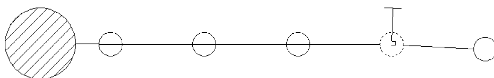


图 8-30　捕捉线头

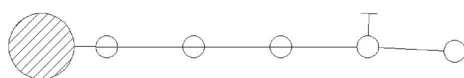


图 8-31　修剪线头

18）继续绘制电杆和导线。单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，以图 8-32 所示端点为复制基准点，图 8-33 所示的象限点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份。效果如图 8-34 所示。

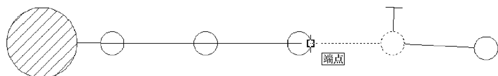


图 8-32　捕捉端点

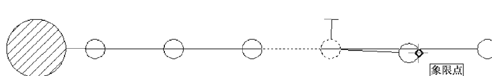


图 8-33　捕捉象限点

19）单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以图 8-35 光标所示的圆心为旋转中心，把虚线所示的图形旋转 −21°。效果如图 8-36 所示。

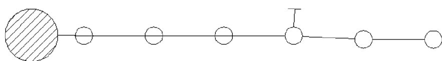


图 8-34　复制图形

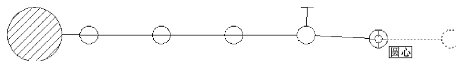


图 8-35　捕捉圆心



20）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以图8-37所示端点为复制基准点，图8-38所示的端点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份。效果如图8-39所示。

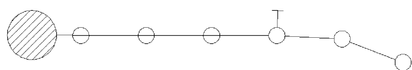


图8-36　旋转图形

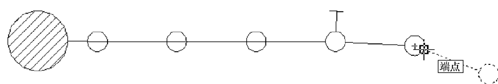


图8-37　捕捉复制基准点

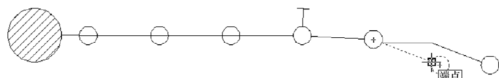


图8-38　捕捉复制目标点

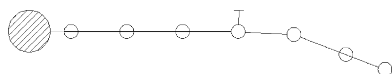


图8-39　复制图形

21）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以图8-40所示端点为复制基准点，图8-41所示的捕捉点为复制目标点，把虚线所示的图形复制一份。效果如图8-42所示。

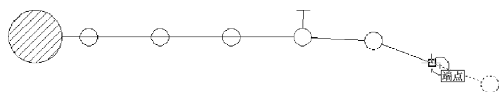


图8-40　捕捉端点

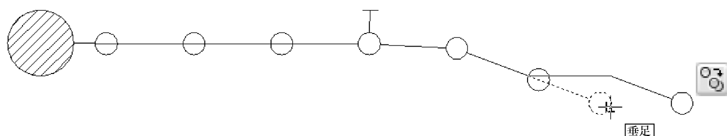


图8-41　捕捉垂足

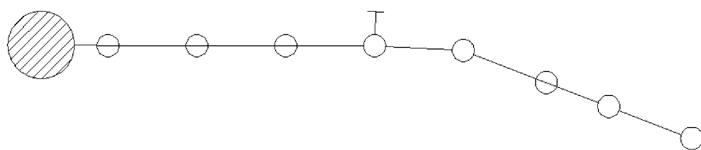


图8-42　复制图形

22）单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以图8-43光标所示的圆心为旋转中心，把虚线所示的图形旋转−47°。效果如图8-44所示。

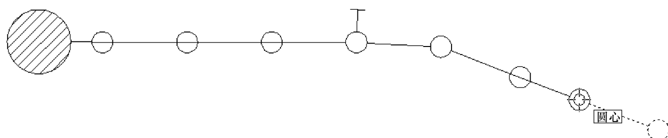


图8-43　捕捉圆心

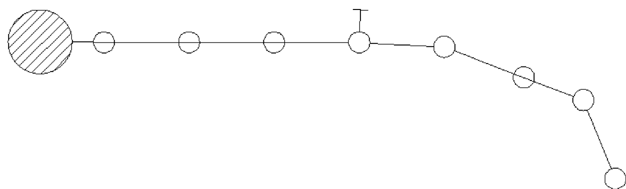


图 8-44　旋转图形

23）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以图 8-45 所示端点为复制基准点，图 8-46 所示的端点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份。效果如图 8-47 所示。

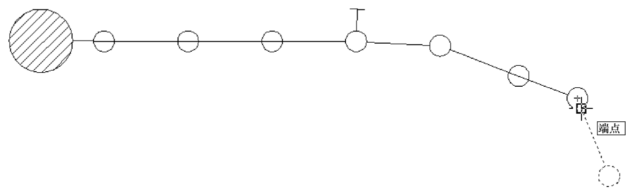


图 8-45　捕捉端点

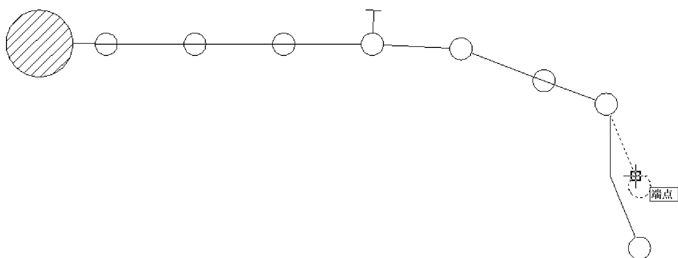


图 8-46　捕捉复制目标点

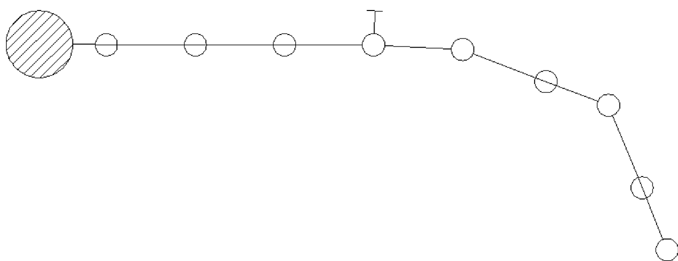


图 8-47　复制图形

24）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以图 8-48 所示端点为复制基准点，图 8-49 所示的捕捉点为复制目标点，把虚线所示的图形向右复制一份。效果如图 8-50 所示。

25）单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以图 8-51 光标所示的圆心为旋转中心，把虚线所示的图形旋转 45°。效果如图 8-52 所示。



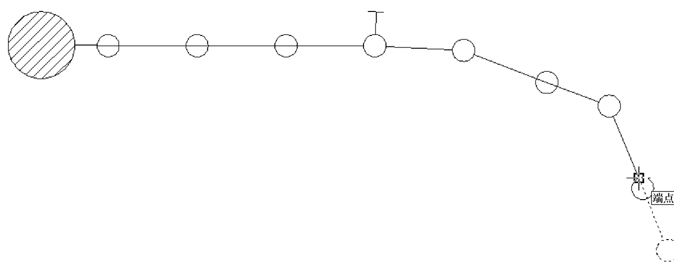


图 8-48　捕捉端点

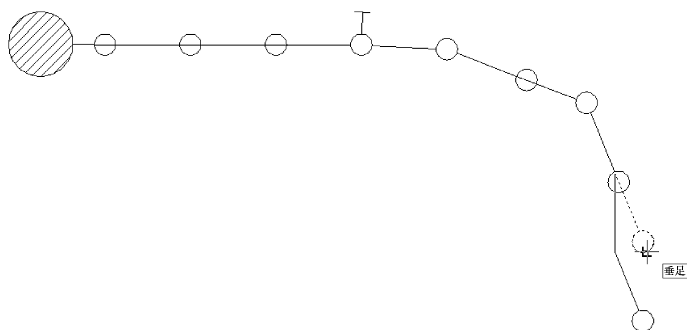


图 8-49　捕捉垂足

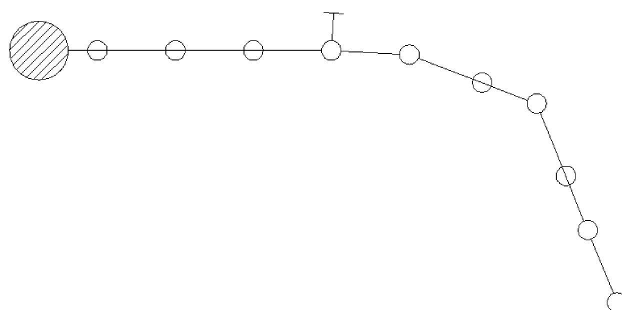


图 8-50　复制图形

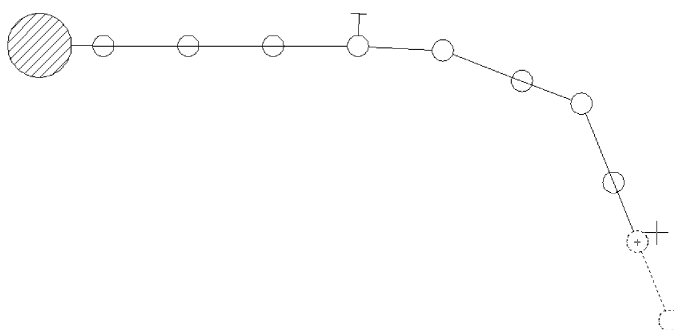


图 8-51　捕捉圆心

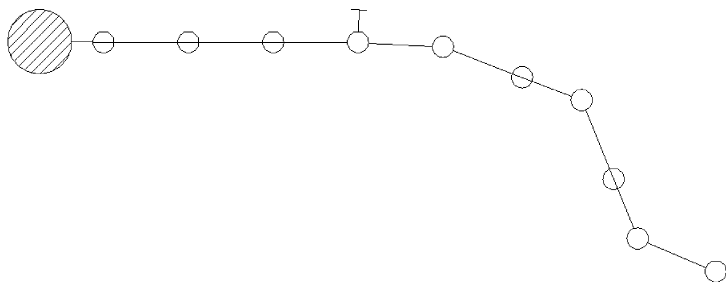


图 8-52　旋转图形

26）在命令行窗门输入命令“lengthen”，把图 8-53 捕捉块所示的线头拉长 20，效果如图 8-54 所示。

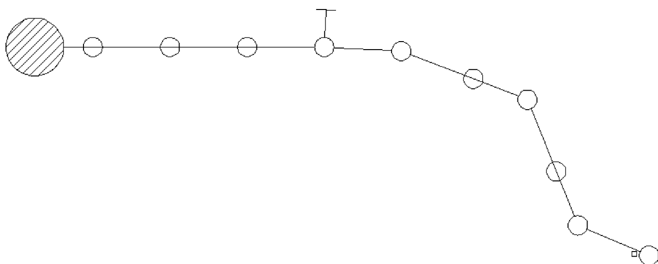


图 8-53　捕捉线头

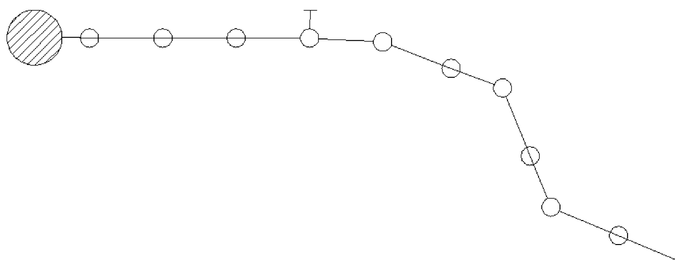


图 8-54　延长线头

27）最后绘制用电变压器。单击“绘图”工具栏的“圆”命令按钮，绘制圆心在右边直线端点的 $\varphi=15$ 的圆。效果如图 8-55 所示。

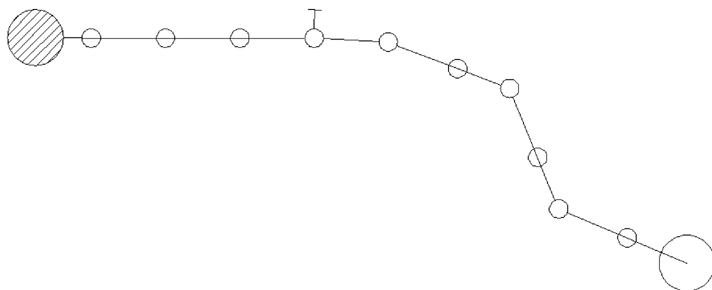


图 8-55　绘制圆



28）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以 $\varphi=15$ 的圆为修剪边，修剪掉它里边的线头。效果如图 8-56 所示。

29）参考第4根电杆的平衡拉线绘制方法，绘制第5根电杆的平衡拉线。效果如图 8-57所示。

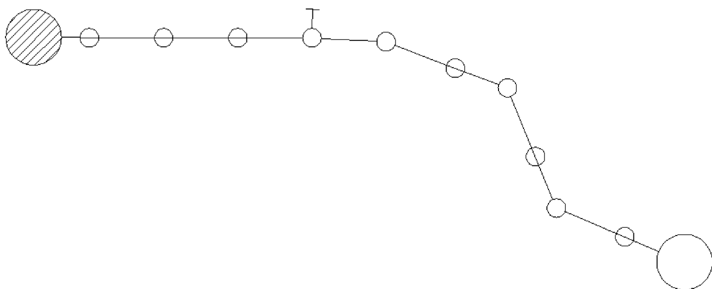


图 8-56　修剪线头

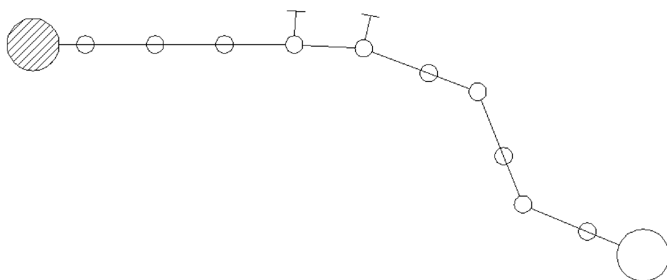


图 8-57　绘制平衡拉线

2. 局部

每根电杆之间线路长度、电杆受力情况、角度，都是需要表达清楚的。下面的绘图操作中详细叙述了这些细节。



操作步骤

1）首先绘制转角大的电杆的平衡拉线，这里需要绘制两条平衡拉线。单击“标准”工具栏的“窗口缩放”命令按钮，局部放大如图 8-58 所示框选的图形，预备下一步操作。效果如图 8-59 所示。

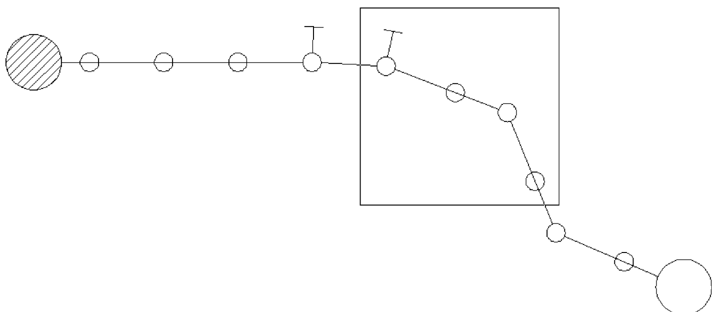


图 8-58　框选的图形

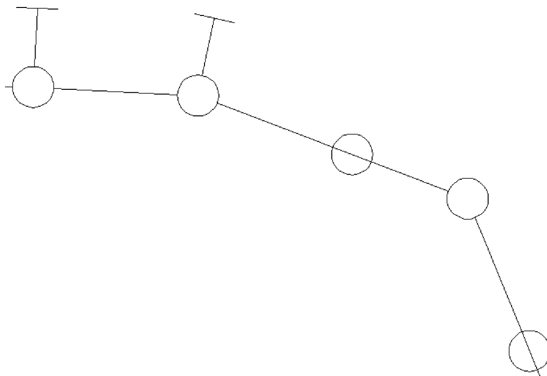


图 8-59　局部放大

2）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把左边的平衡拉线向右复制 2 份。效果如图 8-60 所示。

3）单击下拉菜单的“修改”/“三维操作”/“对齐”命令，按命令行的提示操作，把一个平衡拉线对齐到线路上：

命令：_align
选择对象：指定对角点：找到 2 个(选择平衡拉线)
选择对象：(回车)
指定第一个源点：_endp 于　　//捕捉图 8-61 所示端点
指定第一个目标点：_nea 到　　//捕捉图 8-62 所示最近点
指定第二个源点：_endp 于　　//捕捉图 8-63 所示端点
指定第二个目标点：_endp 于　//捕捉图 8-64 所示端点
指定第三个源点或 <继续>：//按 Enter 键
是基于对齐点缩放对象？[是(Y)否则(N)] <否>：//按 Enter 键

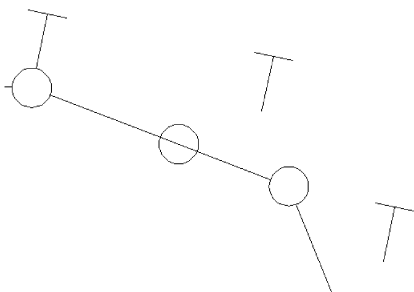


图 8-60　复制图形

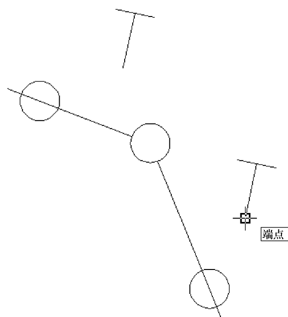


图 8-61　捕捉第一个源点

过程如图 8-65 所示，对齐效果如图 8-66 所示。

4）单击“修改”工具栏的“移动”命令按钮，把对齐的平衡拉线以图 8-67 所示端点为移动基准点，下边线路在图 8-68 所示捕捉点位置为移动目标点移动。效果如图 8-69 所示。

5）参考以上操作方法，绘制左边线路的平衡拉线。效果如图 8-70 所示。



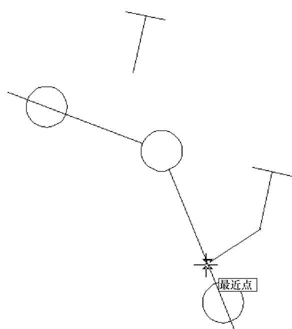


图8-62　捕捉第一个目标点

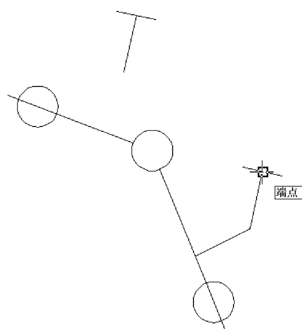


图 8-63　捕捉第二个源点

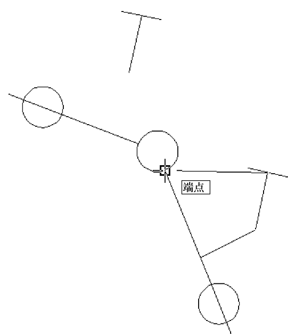


图 8-64　捕捉第二个目标点

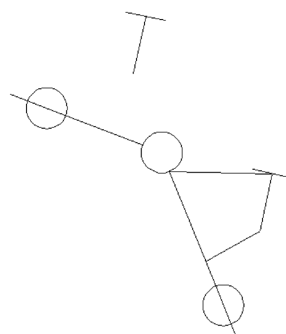


图 8-65　对齐线过程

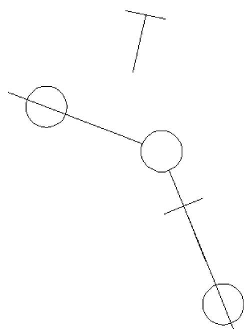


图 8-66　对齐平衡拉线

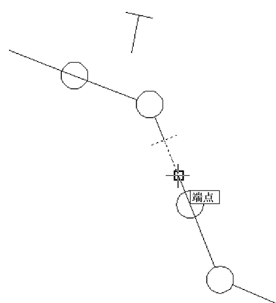


图 8-67　捕捉移动基准点

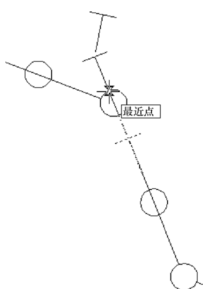


图 8-68　绘制平衡拉线

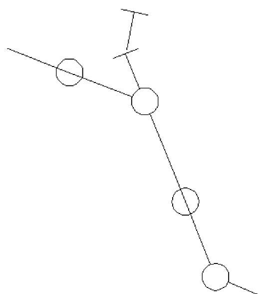


图 8-69　捕捉移动目标点

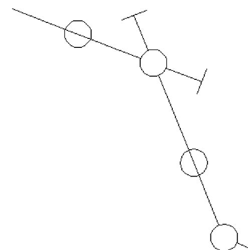


图 8-70　移动平衡拉线

6）参考以上绘制平衡拉线操作方法，绘制图 8-71 光标所示电杆的平衡拉线。效果如图 8-72 所示。

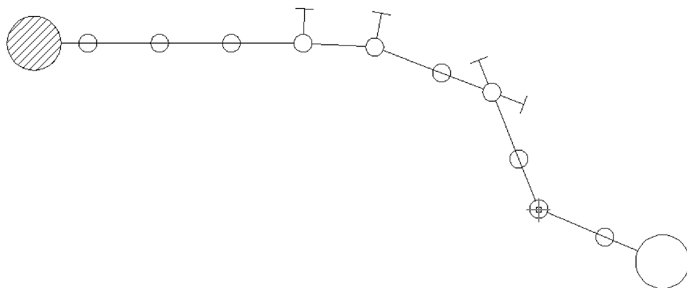


图 8-71　指示电杆

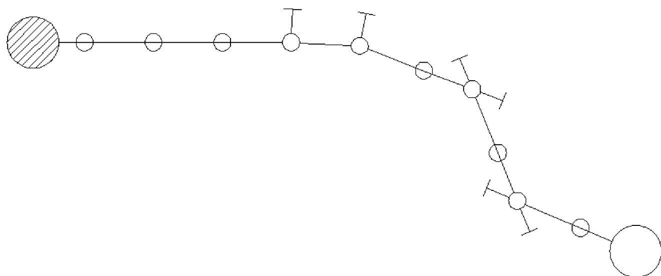


图 8-72　绘制新平衡拉线

7）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制两个变压器旁边线路上的垂直短线，表示接线排。效果如图 8-73 所示。

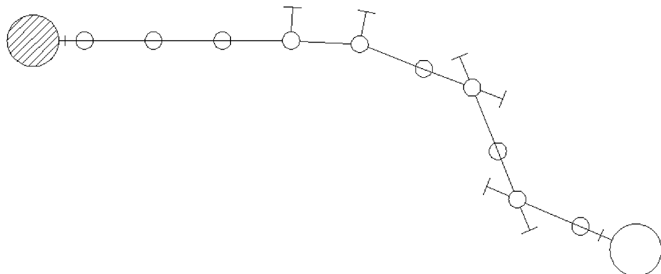


图 8-73　绘制垂直短线

8）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制第 2 根电杆右边的两条垂直线，表示公路。效果如图 8-74 所示。

9）单击“文字工具栏”中的“多行文字”命令按钮 A，在两个变压器附近书写变压器的参数。效果如图 8-75 所示。

10）单击“文字工具栏”中的“多行文字”命令按钮 A，在各个电杆附近书写其序号和型号。效果如图 8-76 所示。

11）单击“文字工具栏”中的“多行文字”命令按钮 A，书写各条线路的长度。效果如图 8-77 所示。



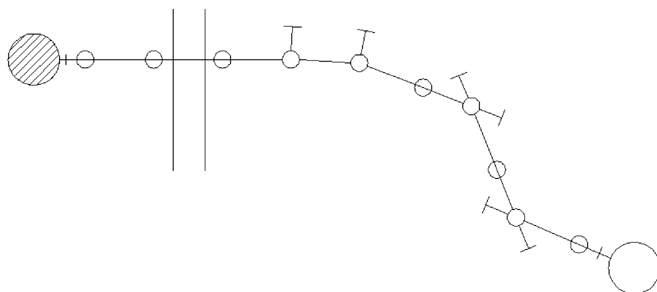


图 8-74　绘制公路

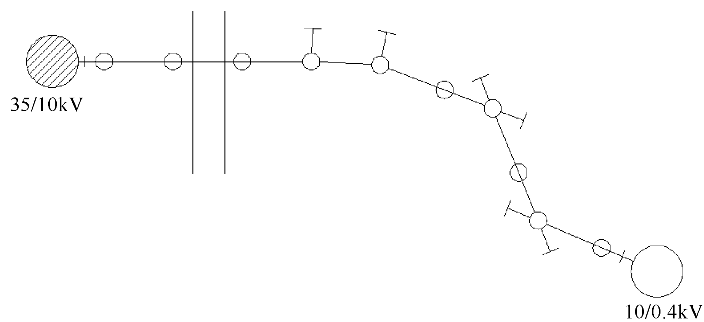


图 8-75　书写参数

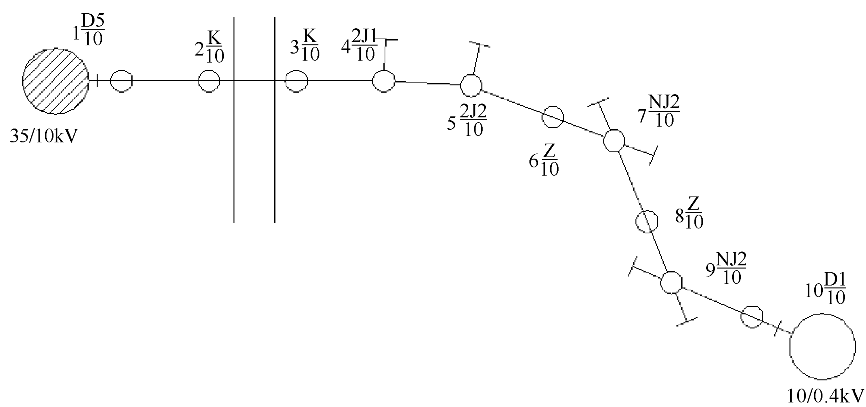


图 8-76　书写电杆参数

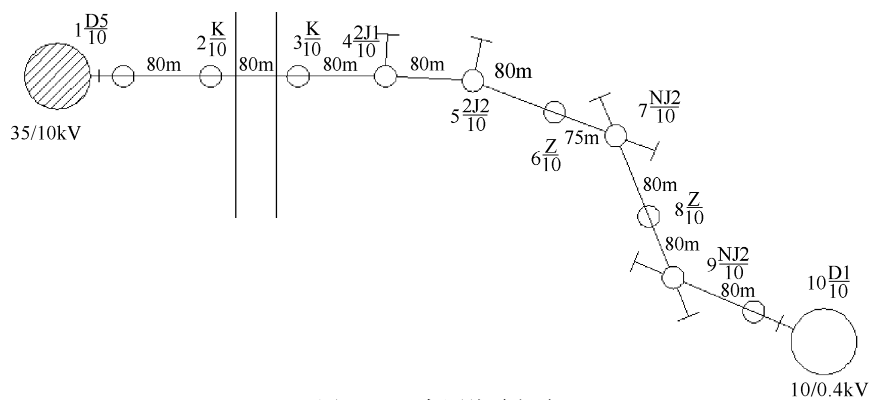


图 8-77　书写线路长度

12）单击“标注”工具栏中的“角度标注”命令按钮，标注线路的转角。阶段效果如图 8-78 所示。

13）单击“文字工具栏”中的“多行文字”命令按钮，书写导线的型号。效果如图 8-79 所示。

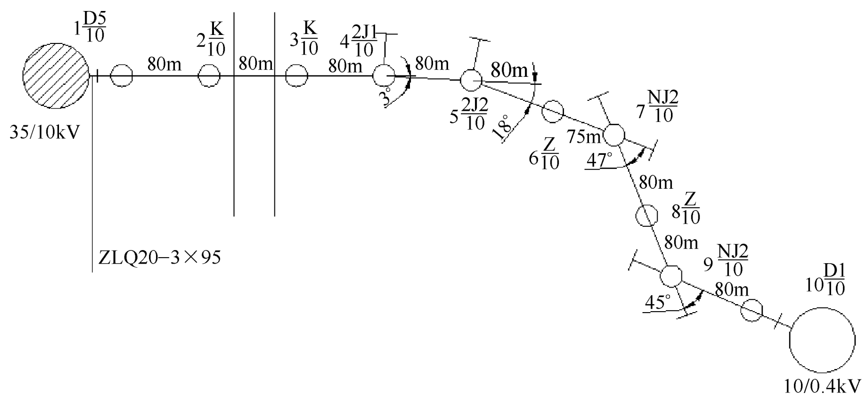


图 8-78　标注线路的转角

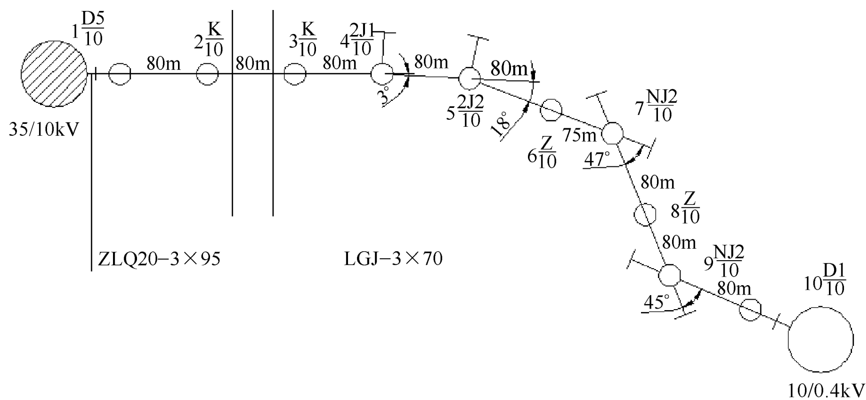


图 8-79　书写导线的型号

14）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制导线型号文字指向导线的直线。效果如图 8-80 所示。

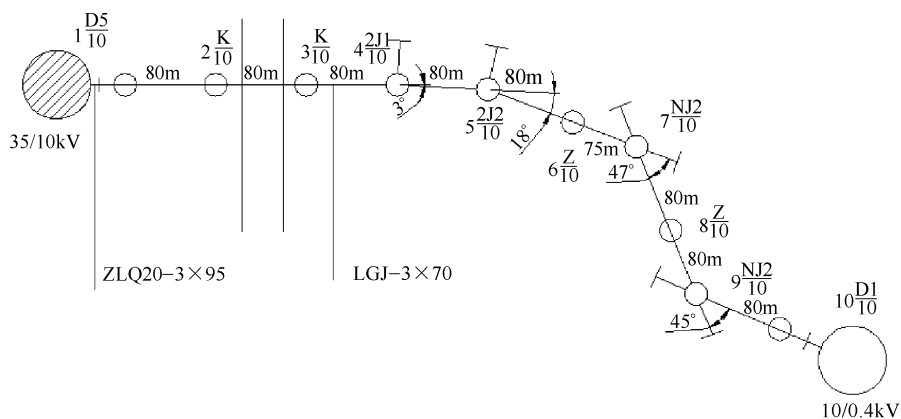


图 8-80　绘制指向导线的直线



8.3　10kV变电所系统图

实例文件：example\Ch8\biandiansuoxitong.dwg
操作录像：视频\Ch8\biandiansuoxitong.avi

变电所的电气原理图有两种：一种是简单的系统图，表明变电所工作的大致原理；另一种是更详细阐述电气原理的接线图。本例先绘制系统图，再绘制电气主接线图。

8.3.1　系统图

变电所的工作原理是，电力通过具有自保护功能的高压开关接入变压器进行变压，当然整套设备都要接地良好。在下面系统图的绘制过程中清晰地表达了这些要求。



操作步骤

1）首先完善开关。从以前绘制的图形中复制图8-81所示的符号，准备绘制线路。

2）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，在开关旁边绘制一个矩形。效果如图8-82所示。

3）单击下拉菜单的“修改”/“三维操作”/“对齐”命令，按命令行的提示操作把一个平衡拉线对齐到线路上：

命令：_align
选择对象：指定对角点：找到1个(选择平衡拉线)
选择对象：(回车)
指定第一个源点：_endp 于　　//捕捉矩形上边中点
指定第一个目标点：_nea 到　　//捕捉图8-83所示的最近点
指定第二个源点：_endp 于　　//捕捉矩形下边中点
指定第二个目标点：_endp 于　//捕捉图8-84所示端点
指定第三个源点或<继续>：//按Enter键，如图8-85所示
是基于对齐点缩放对象？[是(Y)否则(N)]<否>：//按Enter键

对齐效果如图8-86所示。

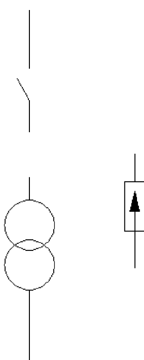


图8-81　贴入符号

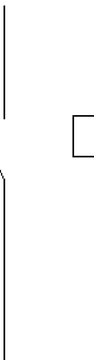


图8-82　绘制矩形

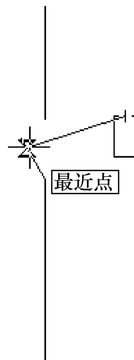


图8-83　捕捉第一目标点

4）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制起点在图8-87所示位置，垂直矩形的直线。效果如图8-88所示。

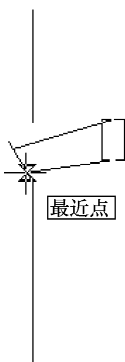


图 8-84　捕捉第二目标点

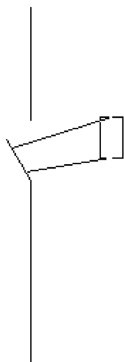


图 8-85　对齐线



图 8-86　对齐矩形

5）单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，把箭头复制到开关旁边。效果如图 8-89 所示。

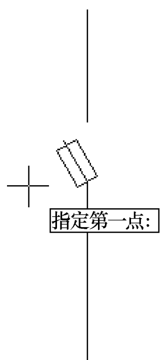


图 8-87　捕捉起点

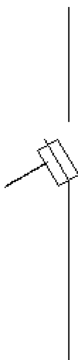


图 8-88　绘制垂线

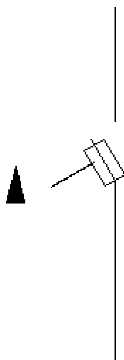


图 8-89　复制箭头

6）参考以前对齐平衡拉线的方法，对齐箭头，效果如图 8-90 所示。

7）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把上边的线头适当拉长。效果如图 8-91 所示。

8）绘制表征电力汇入方向的箭头。单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，把箭头向上复制一份。效果如图 8-92 所示。

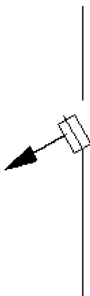


图 8-90　对齐箭头



图 8-91　拉长线头



图 8-92　复制箭头

9）参考以前对齐平衡拉线的方法，把复制的箭头对齐到上边线头上，效果如图 8-93

所示。

10）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在上边线头上绘制三条短斜线，表示此线路实际为三相线。效果如图8-94所示。

11）单击“视图”工具栏中的“俯视”命令按钮，显示全部图形。效果如图8-95所示。

12）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，效果如图8-96所示。

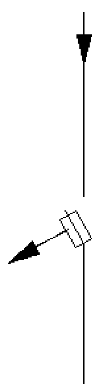


图8-93　对齐箭头

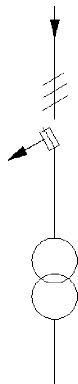


图8-94　绘制三条短斜线



图8-95　显示全部图形

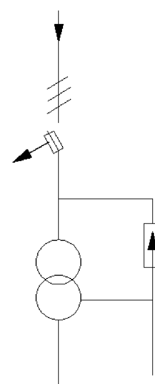


图8-96　连接元件

13）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在下边线头上绘制三条短斜线表示此线路也为三相线。效果如图8-97所示。

14）从以前绘制的图形中复制一个地线符号，并安装在避雷器下边，如图8-98所示。

15）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，书写各个元件的代号。结果如图8-99所示。

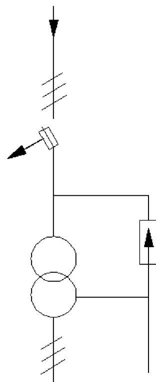


图8-97　绘制三条短斜线

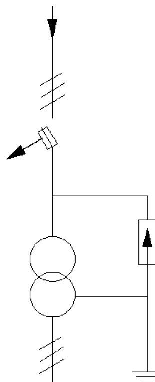


图8-98　安装地线

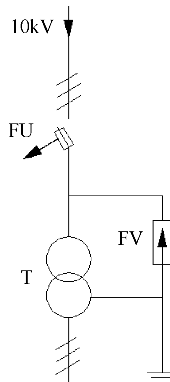


图8-99　书写文字

8.3.2　电气主接线图

实例文件：example\Ch8\biandiansuozhujiexian.dwg

高压电需要经过配电设备接入变压器才能变压。高压配电设备接入高压母线，然后接入高压监测设备、变压设备。变压设备包括冗余设备，这是提高安全必需的。每套变压设备输

出的低压电力接入各自的低压母线，然后输送给用电设备使用。

1. 高压 10kV 配电装置

高压电进入变电所，需要经过若干高压电气设备。为了避免雷暴袭击，要使高压线通过避雷设备；为了在过载、过电流等情况下自动断开线路，需要使高压线通过保护线路。下面绘制的高压 10kV 配电装置电气图清晰地表达了这些要求。



操作步骤

1）从以前绘制的图形中复制图 8-100 所示元件符号，准备绘制隔离开关线路。

2）单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，以地线符号中的一条短直线中点为复制基准点，图 8-101、图 8-102 所示的端点为复制目标点，把它复制两份，形成两个自动断路器开关。效果如图 8-103 所示。

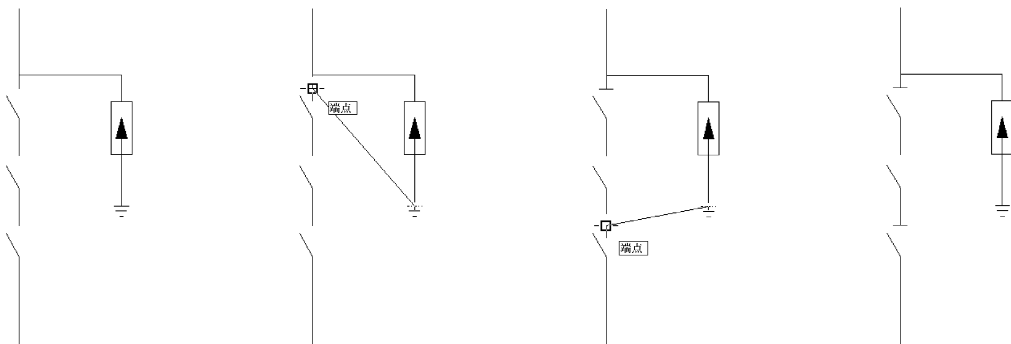


图 8-100　贴入符号　　图 8-101　捕捉一个端点　　图 8-102　捕捉另一个端点　　图 8-103　复制直线

3）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在图 8-104 所示端点绘制交叉的斜直线。效果如图 8-105 所示。

4）单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，在线路中绘制一个圆，然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，从圆的左边象限点绘制水平向右的短直线，形成电流互感器。效果如图 8-106 所示。

5）使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮和“拉伸”命令按钮，适当调整图形，使其紧凑整齐。效果如图 8-107 所示。

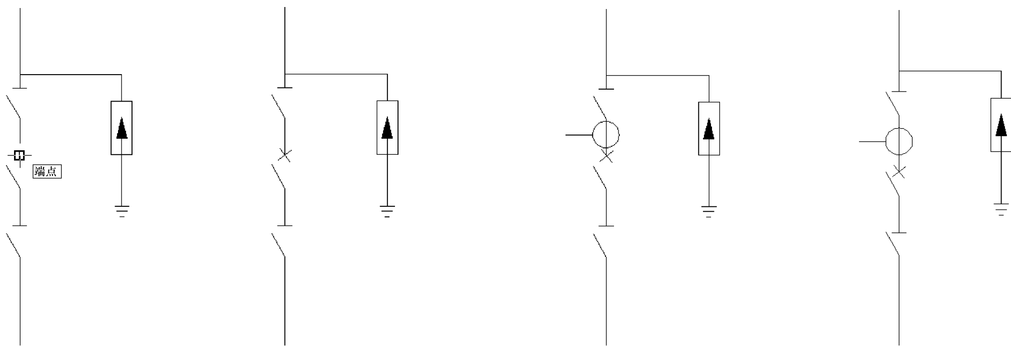


图 8-104　指示端点　　图 8-105　绘制斜直线　　图 8-106　绘制电流互感器　　图 8-107　调整图形

6）单击图层特性管理器命令按钮，设置一个使用短画线的“功能框”图层，并单击“置为当前”按钮使它转入编辑状态。效果如图 8-108 所示。



图 8-108　设置“功能框”图层

7）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制包含所有元件的矩形，效果如图 8-109 所示。

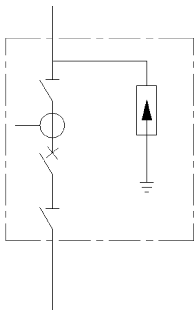


图 8-109　绘制矩形

2. 变压设备

变压设备是变电所的核心设备，主要是高压/低压变压器，以及其他变压器长期、正常地工作配备的各种保护设备，接地设备，电压、电流、负载监测设备。

操作步骤

1）单击“绘图”工具栏中下拉列表框右边的小三角，如图 8-110 所示，在图层列表中选择“0”图层，使其转入当前图层。

2）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制一条横线作为高压母线。效果如图 8-111 所示。

3）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在母线左边绘制一条向下的垂直

直线。效果如图 8-112 所示。

4）现在绘制直接连接高压母线的三相电抗器，用于改善功率系数。单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，以图 8-113 所示象限点为复制基准点，刚才绘制的直线下端点为复制目标点，把虚线所示的圆复制一份。效果如图 8-114 所示。

5）单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，以所复制的圆的下边象限点为阵列中心，把该圆环形阵列 3 个。效果如图 8-115 所示。



图 8-110　选择图层

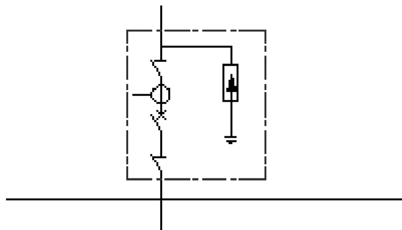


图 8-111　绘制母线

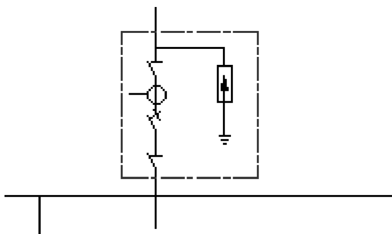


图 8-112　绘制直线

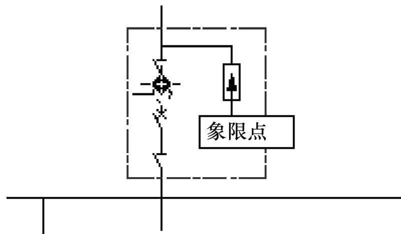


图 8-113　捕捉象限点

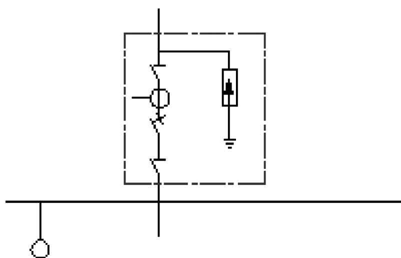


图 8-114　复制圆

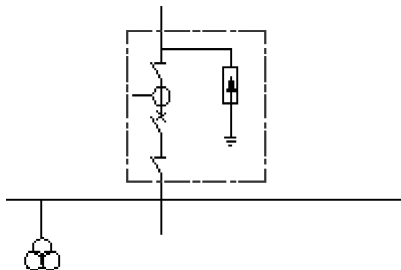


图 8-115　阵列圆

6）单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制一条封闭的多段线把母线和阵列的圆框起来。效果如图 8-116 所示。

7）单击“标准”工具栏中的“特性匹配”命令按钮，把刚才绘制的线框转换成褐色点画线。效果如图 8-117 所示。

8）从以前绘制的图形中复制图 8-118 所示元件符号，组成第一条变压线路。

9）单击“修改”工具栏中的“拉伸”命令按钮，调整线路上的图形，使其紧凑。效果如图 8-119 所示。



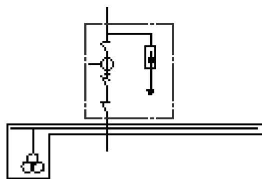


图8-116　绘制线框

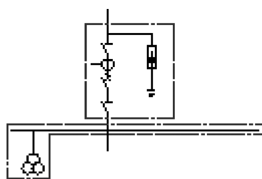


图8-117　转换线形

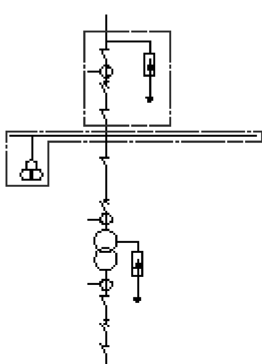


图8-118　第一条变压器线路

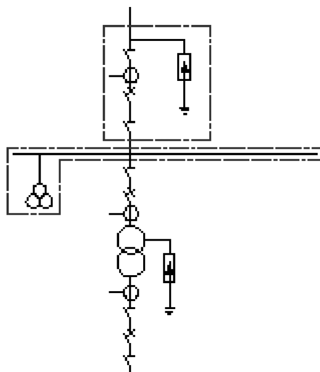


图8-119　调整图形

10）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制包含第一条变压器线路所有元件的矩形，然后单击“标准”工具栏中的“特性匹配”命令按钮，把刚才绘制的线框转换成褐色点画线。效果如图8-120所示。

11）单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，把刚才转化的线框向右复制一份，作为第二条变压器线路的线框。效果如图8-121所示。

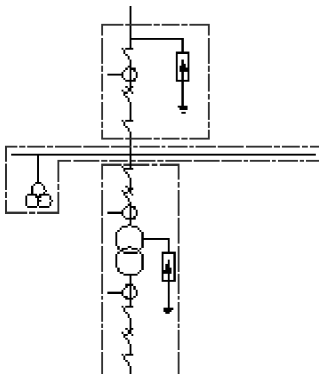


图8-120　绘制线框

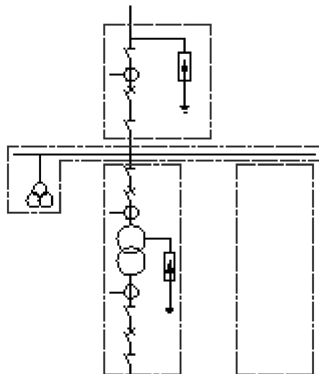
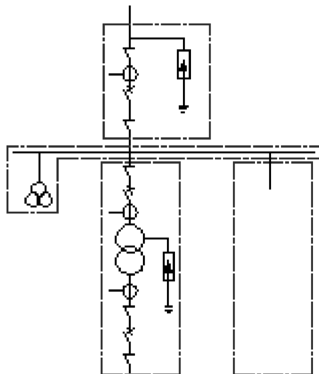
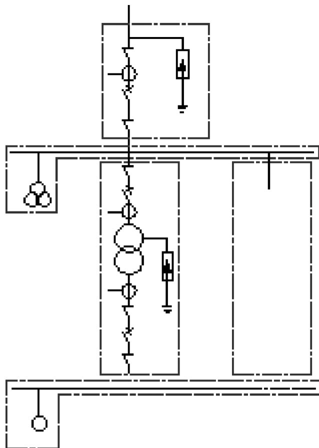


图8-121　复制线框

12）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，从母线上向第二条变压器线路线框内绘制一条直线，以示该线路存在。效果如图8-122所示。

13）单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，把母线框以及内部其他元件向下复制一份，并绘制低压母线。效果如图8-123所示。

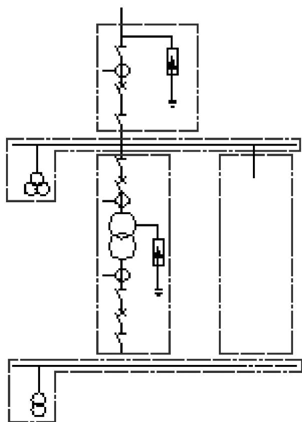

图 8-122　绘制直线

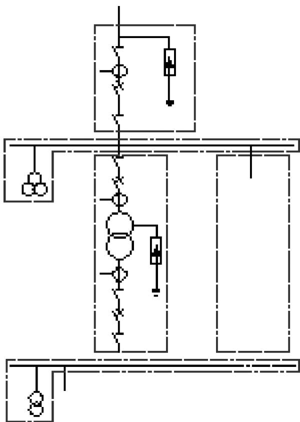

图 8-123　复制母线框

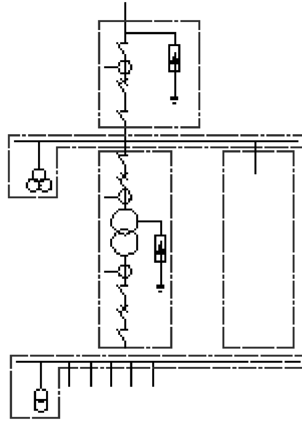
14）单击“修改”工具栏中的“复制对象”命令按钮，把低压母线框内的圆向下复制一份，形成变压器符号。效果如图 8-124 所示。

15）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，从低压母线上绘制一条垂直向下的直线。效果如图 8-125 所示。

16）单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，把刚才绘制的直线向右阵列 5 列，列距 8。效果如图 8-126 所示。


图 8-124　复制圆


图 8-125　绘制直线


图 8-126　阵列直线

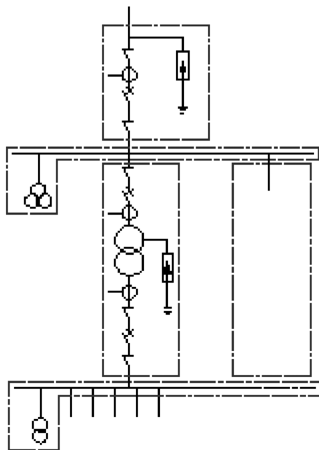
17）单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，把第一条变压器线路下边直线延伸到低压母线上。效果如图 8-127 所示。

18）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，在高压隔离开关框上书写代号“=WL1”，以及高压母线的代号和参数。结果如图 8-128 所示。

19）单击“修改”工具栏中的“拉伸”命令按钮，调整线路上的图形，使其整齐紧凑，又留出书写文字的位置。效果如图 8-129 所示。



20）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，在图中书写其他文字。结果如图8-130所示。


图8-127　延伸直线

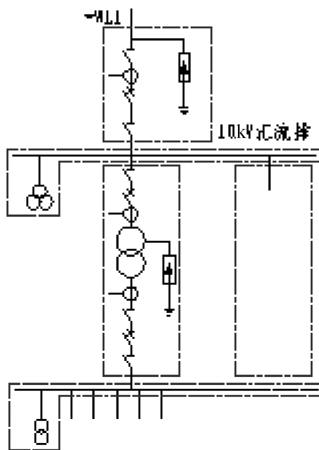


图8-128　书写文字

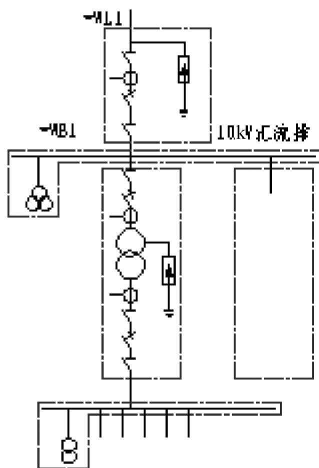


图8-129　调整图形

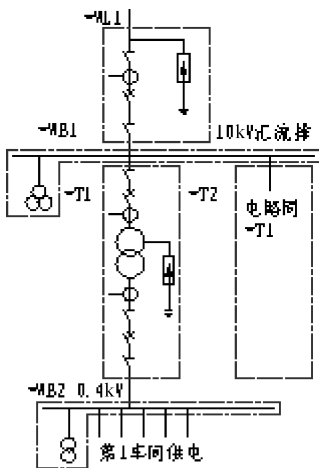


图8-130　书写其他文字

8.4　低压配电系统图

实例文件：example\Ch8\diyapeidianxitong.dwg
操作录像：视频\Ch8\diyapeidianxitong.avi

制作说明：根据电力安全规则，变电所输出的低压电还不能直接输送给用电设备使用。可以使低压电先通过隔离变压器，进行1∶1变压，然后汇流到低压母线。用户只能从母线上接出各条低压线路来使用。还需要安装各种保护、检测电路，以便监测、保护低压电网。本例先绘制低压配电系统的进线图，再绘制支线图。

1. 进线

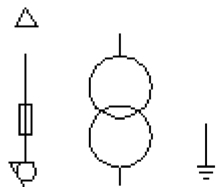
低压进线也需要进行保护和接地。

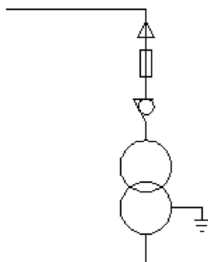

操作步骤

1）从以前绘制的图形中复制如图 8-131 所示元件符号，准备绘制进线主线路。

2）使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮和“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把元件符号组装成线路。效果如图 8-132 所示。

3）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，在线路中书写元件的代号等文字。效果如图 8-133 所示。


图 8-131　贴入元件符号


图 8-132　组装线路

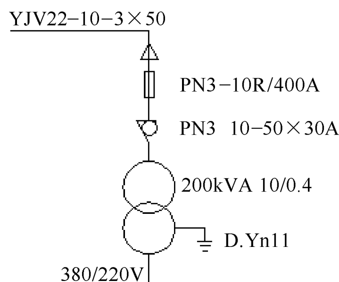


图 8-133　书写文字

4）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制一条横直线作为变压器出线上的汇流线。效果如图 8-134 所示。

5）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，书写汇流线的型号。效果如图 8-135 所示。

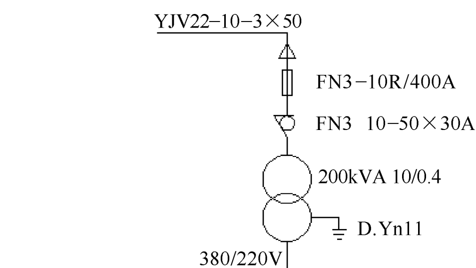


图 8-134　绘制汇流线

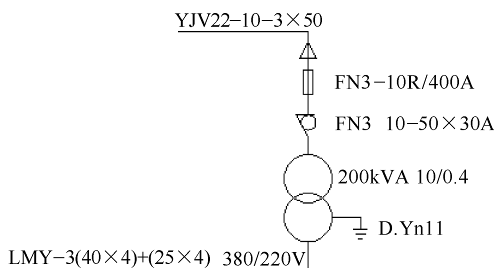


图 8-135　书写汇流线的型号

2. 支线

由于用电设备的需求不同，即使同一电压的线路也要安装不同的保护、检测设备。


操作步骤

1）从以前绘制的图形中复制图 8-136 所示的元件符号，放在低压母线下面，准备绘制一条支路。

2）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把这些元件符号组织成线路。效果如图 8-137 所示。

3）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把线路向右复制 5 份。效果如图 8-138 所示。



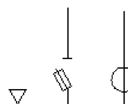


图 8-136　贴入符号

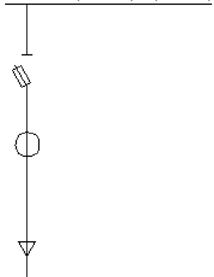


图 8-137　组织线路

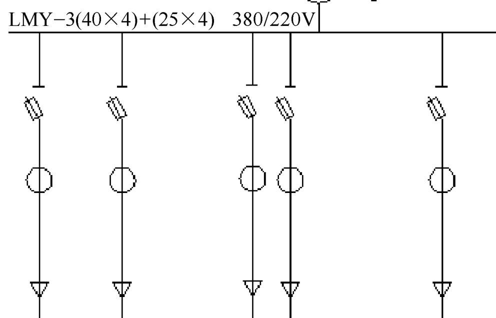


图 8-138　复制线路

4）单击“修改”工具栏中的“拉伸”命令按钮，把左边第 2 条线路调整成图 8-139 所示的样式。

5）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把调整后的线路向两边各复制一份。效果如图 8-140 所示。

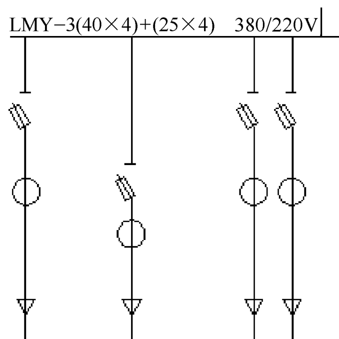


图 8-139　调整线路

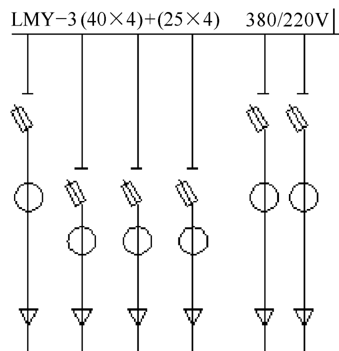


图 8-140　复制线路

6）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制连接左边三条支路的连线。效果如图 8-141 所示。

7）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以刚才绘制的直线为修剪边，修剪掉它上边多余的线头，形成组合的支线。效果如图 8-142 所示。

8）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把组合支线向右边复制 2 份。效果如图 8-143 所示。

9）单击“标准”工具栏中的“窗口缩放”命令按钮，局部放大图形右边，预备下一步操作。效果如图 8-144 所示。

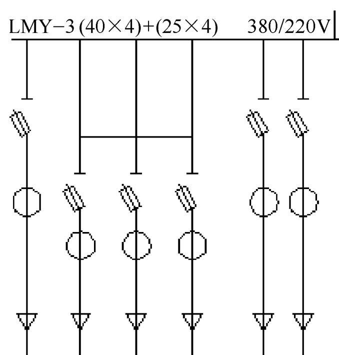


图 8-141　连接线路

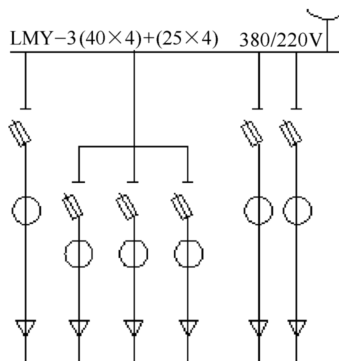


图 8-142　形成组合支线

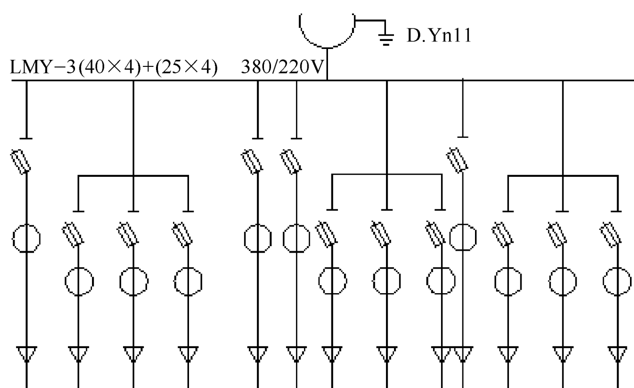


图 8-143　复制组合支线

10）在命令行窗口输入命令“lengthen”，把如图 8-145 光标所示的两边线头适当拉长。效果如图 8-146 所示。

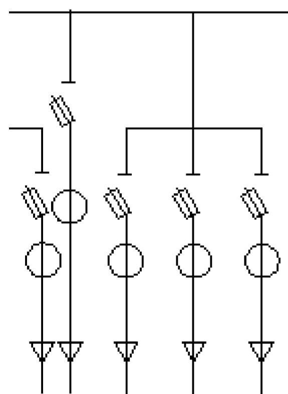


图 8-144　局部放大

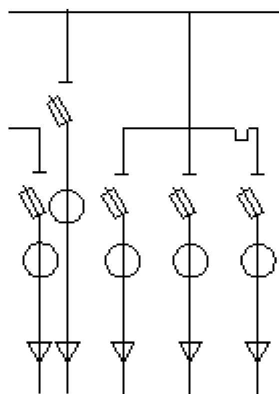


图 8-145　指示箭头

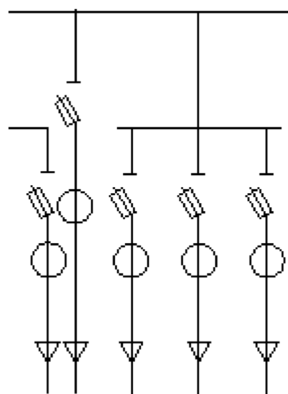
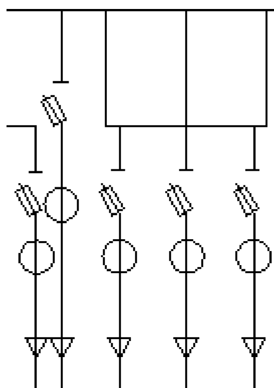


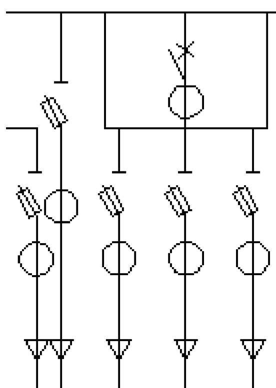
图 8-146　拉长线头

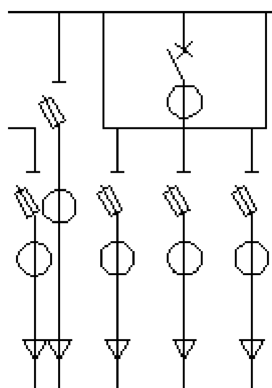
11）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，从所拉长的直线端点绘制垂直向母线的连线。效果如图 8-147 所示。

12）从以前绘制的图形中复制图 8-148 所示元件符号，放在组合线路的中线上。

13）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，把中线上开关内的直线修剪掉，形成断路器符号。效果如图8-149所示。


图8-147　绘制垂线

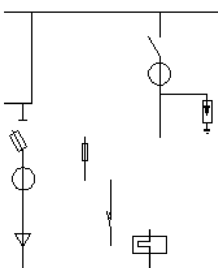

图8-148　复制图形

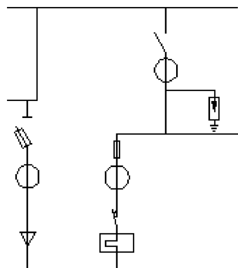

图8-149　修剪图形

14）从以前绘制的图形中复制图8-150所示元件符号，放在母线的右边。

15）使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮和“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把这些元件符号组织成线路。效果如图8-151所示。

16）现在绘制电感。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制图8-152所示象限点右边圆心和象限点之间的连线。效果如图8-153所示。


图8-150　复制元件


图8-151　组织元件

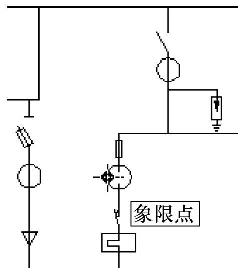


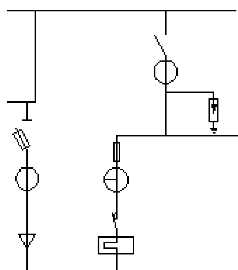
图8-152　捕捉象限点

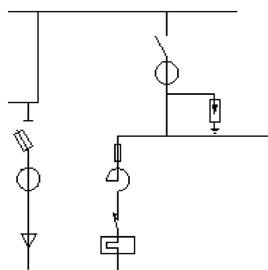
17）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，把左下角的圆修剪成电感器符号。效果如图8-154所示。

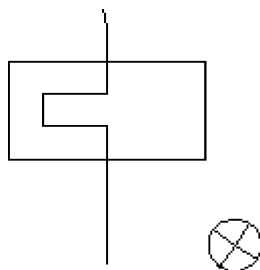
18）从以前绘制的图形中复制一个信号灯符号，放在热继电器的右边。效果如图8-155所示。

19）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制信号灯左边象限点到线路的垂线。效果如图8-156所示。

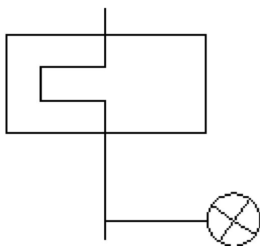
20）现在绘制三相电容，用于改善功率系数。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制圆$\varphi=8$，然后单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把该圆以其上边象限点为移动基准点，线路下边端点为移动目标点移动。效果如图8-157所示。

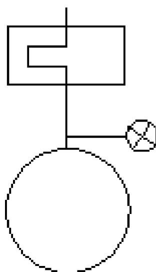

图 8-153　绘制直线

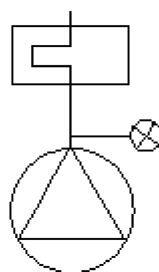

图 8-154　修剪图形


图 8-155　复制图形

21）单击“绘图”工具栏中的“正多边形”命令按钮，外接圆半径为 4 的等边三角形。效果如图 8-158 所示。


图 8-156　绘制垂线

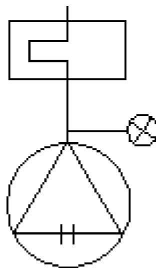

图 8-157　绘制并移动圆

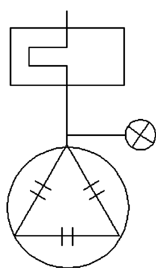

图 8-158　等边三角形

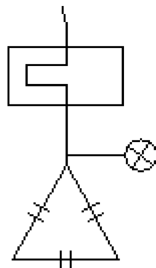
22）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮。绘制三角形底边上的两条垂直短直线。效果如图 8-159 所示。

23）单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，以圆心为阵列中心，把垂直短直线以环形阵列 3 个。效果如图 8-160 所示。

24）单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除 $\varphi=8$ 的圆。效果如图 8-161 所示。


图 8-159　绘制短直线


图 8-160　阵列短直线


图 8-161　删除圆

25）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以短直线为修剪边，修剪掉它里边的线头。效果如图 8-162 所示。

26）单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以热继电器上端点为旋转中心，把按键适当旋转，使其转变成常闭按键。效果如图 8-163 所示。



27）单击“标准”工具栏中的“缩放上一个”命令按钮，恢复图形显示。效果如图 8-164 所示。

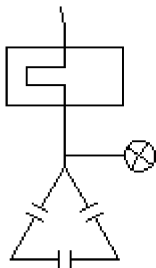


图 8-162　修剪箭头

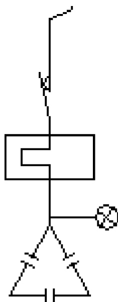


图 8-163　转变按键

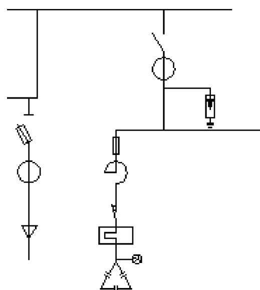


图 8-164　恢复图形显示

28）绘制本支线的其他引线。单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把图 8-165所示直线向右复制 5 份。效果如图 8-166 所示。

29）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以最后复制得到的直线为修剪边修剪掉它右边的线头。效果如图 8-167 所示。

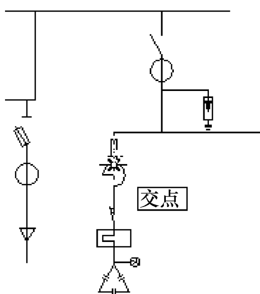


图 8-165　捕捉交点

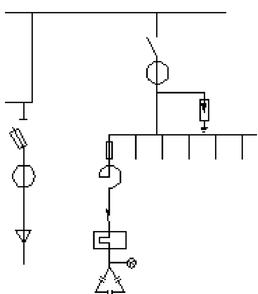


图 8-166　绘制线头

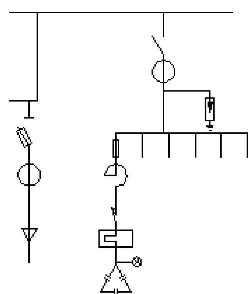


图 8-167　修剪线头

30）调整线路，使其居中。单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把图 8-168中虚线所示图形以光标捕捉的小点为移动基准点，图 8-169 光标所示端点为移动目标点移动。效果如图 8-170 所示。

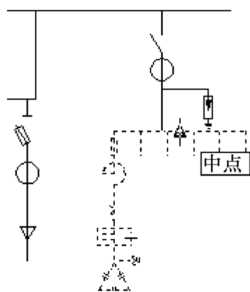


图 8-168　捕捉中点

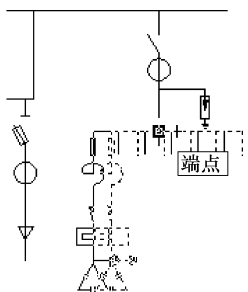


图 8-169　捕捉端点

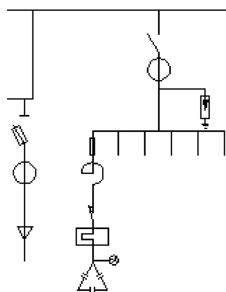


图 8-170　移动图形

31）单击“视图”工具栏中的“俯视”命令按钮，显示全部图形。效果如图 8-171 所示。

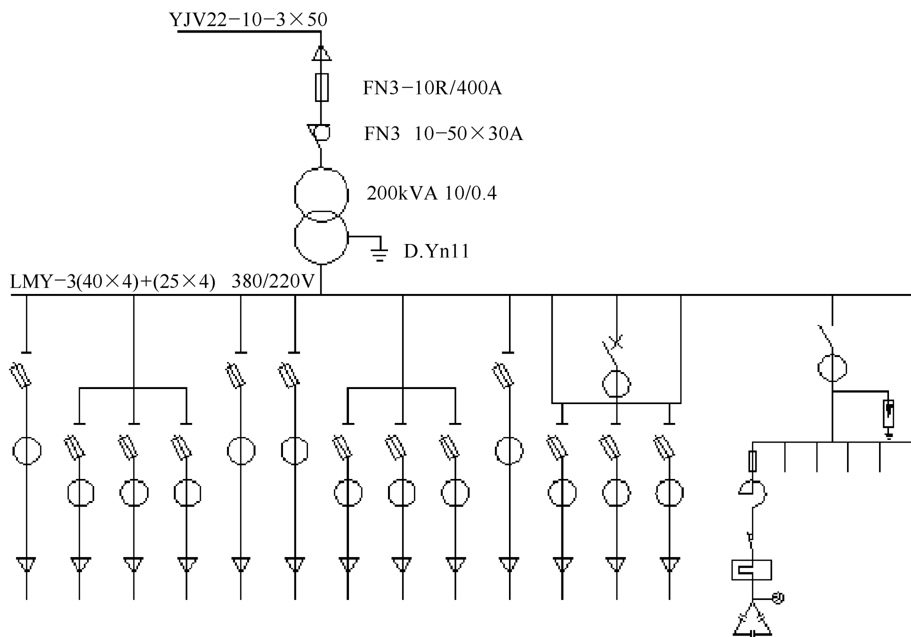


图 8-171 显示全部图形

32）现在绘制表格，作为低压线的接线排，用于分配各条支线。单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把低压母线向下复制 3 份。效果如图 8-172 所示。

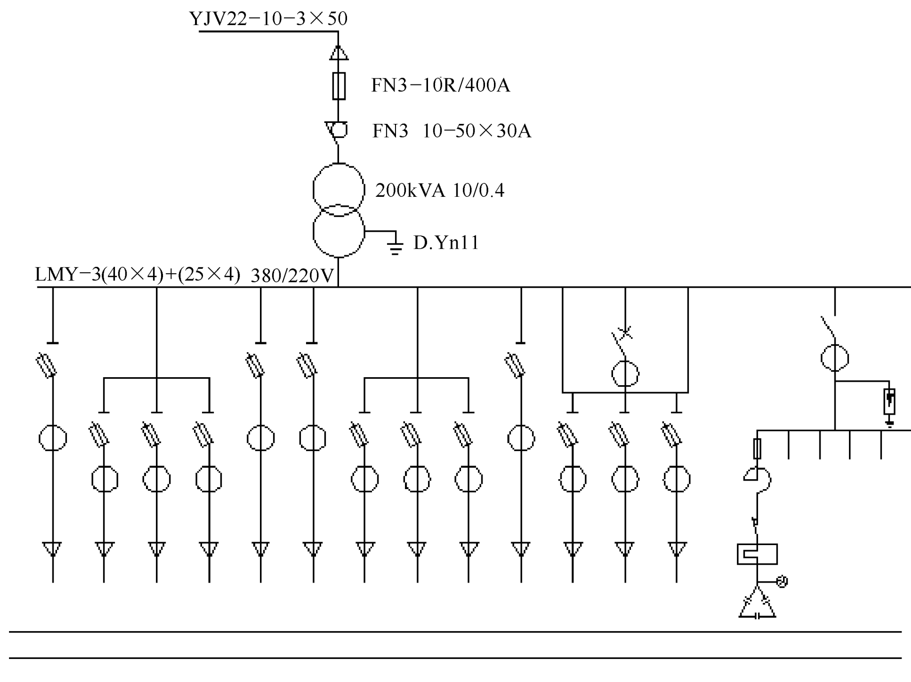


图 8-172 复制图形



33）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮。绘制左边三个端点的上下两段连线。效果如图 8-173 所示。

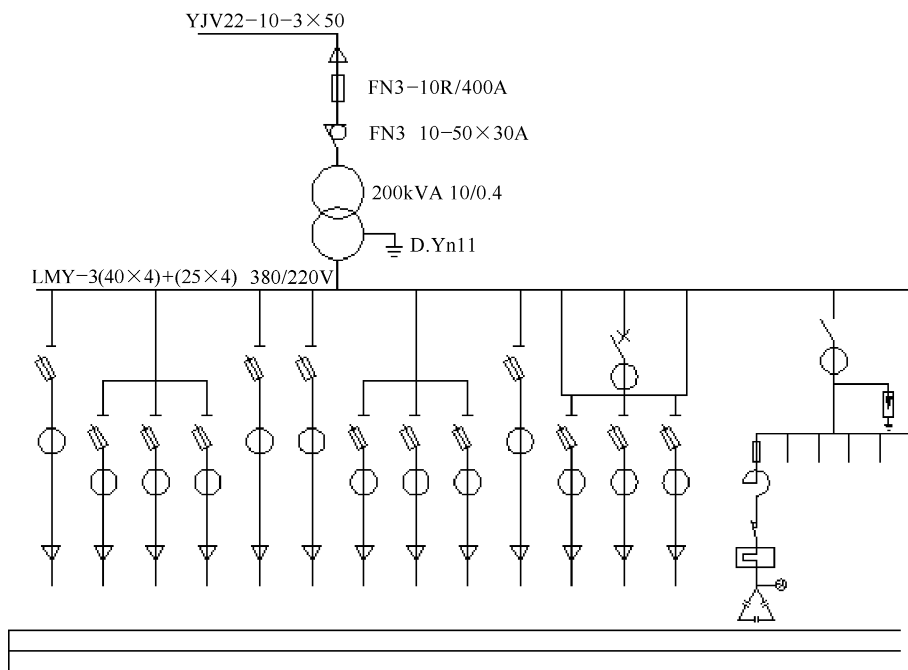


图 8-173　绘制端点连线

34）单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，把上边端点的连线阵列 13 列，列距为 10。效果如图 8-174 所示。

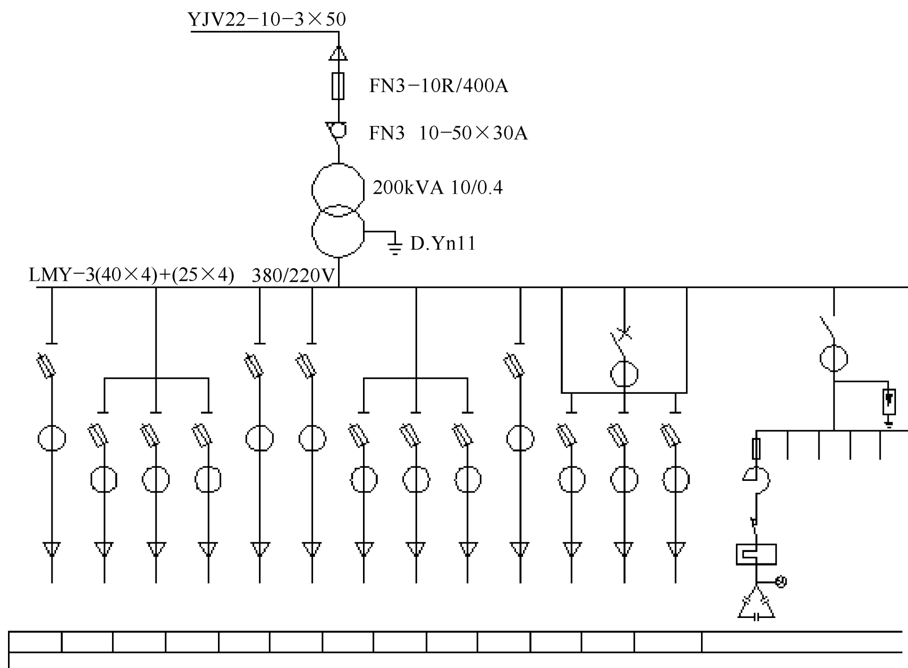


图 8-174　阵列直线

35）单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮。把所有支路的下端延伸到下边表格上。效果如图 8-175 所示。

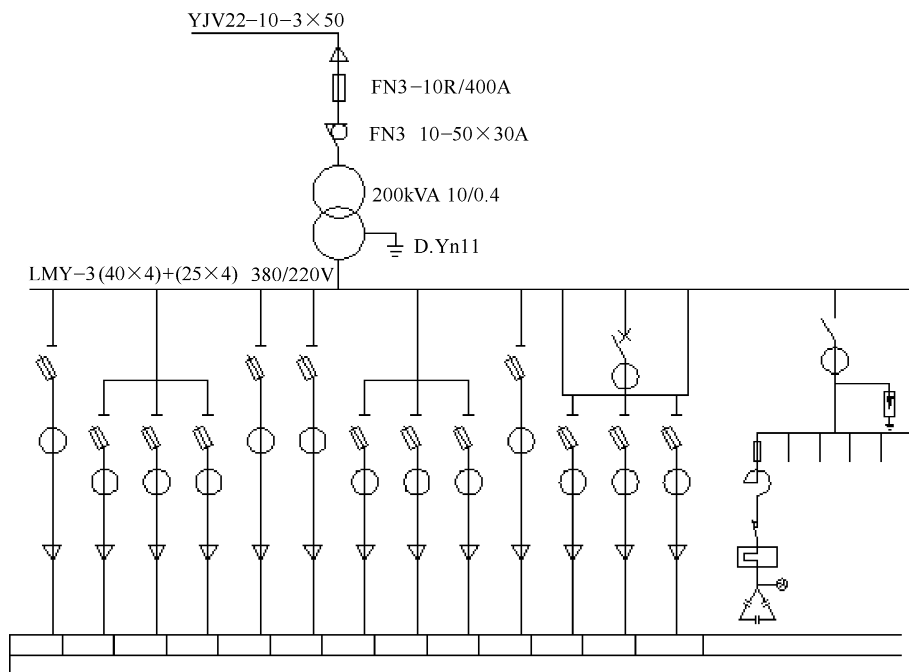


图 8-175 延伸直线

36）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，以表格为参照，按间距 10 调整线路之间的距离。效果如图 8-176 所示。

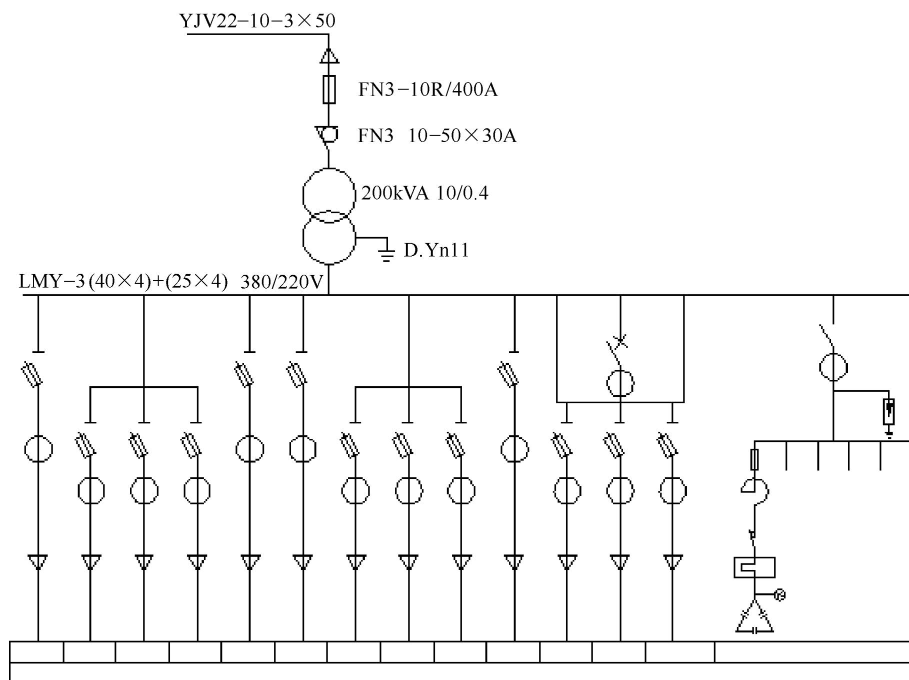


图 8-176 调整线路



37）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，调整表格，使其与调整后的线路相适应。效果如图8-177所示。

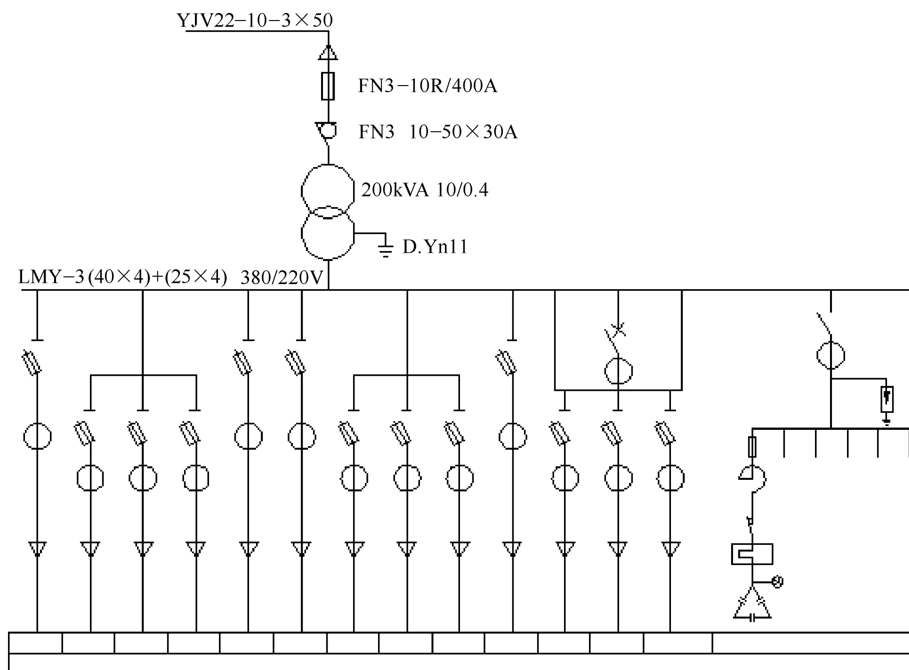


图8-177　调整表格

38）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮。绘制表格右边端点的连线。效果如图8-178所示。

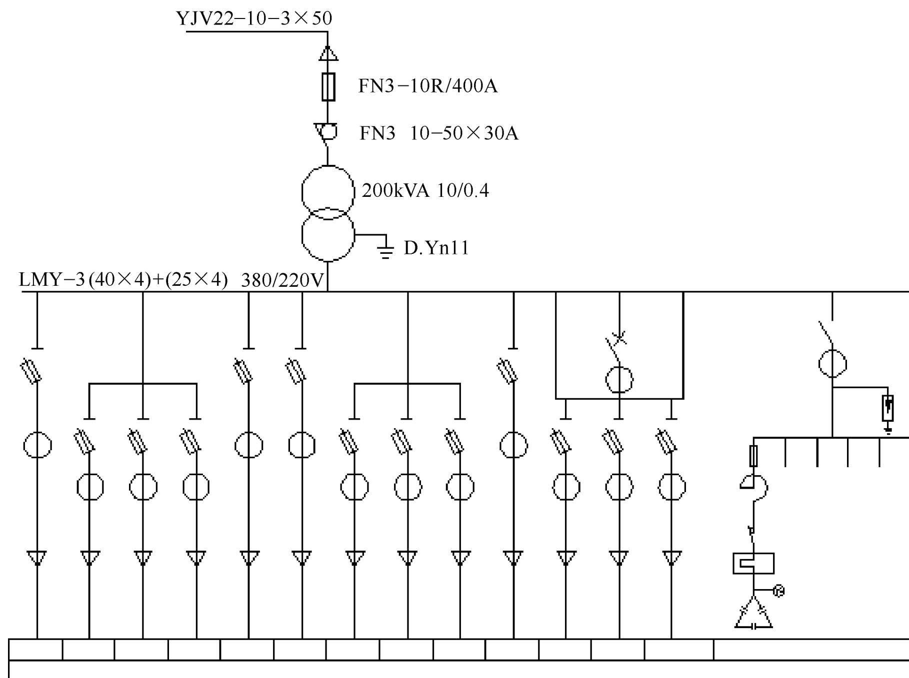


图8-178　绘制端点连线

39）单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮。以表格底边为延伸边界线，延伸中间若干垂直隔断线。效果如图 8-179 所示。

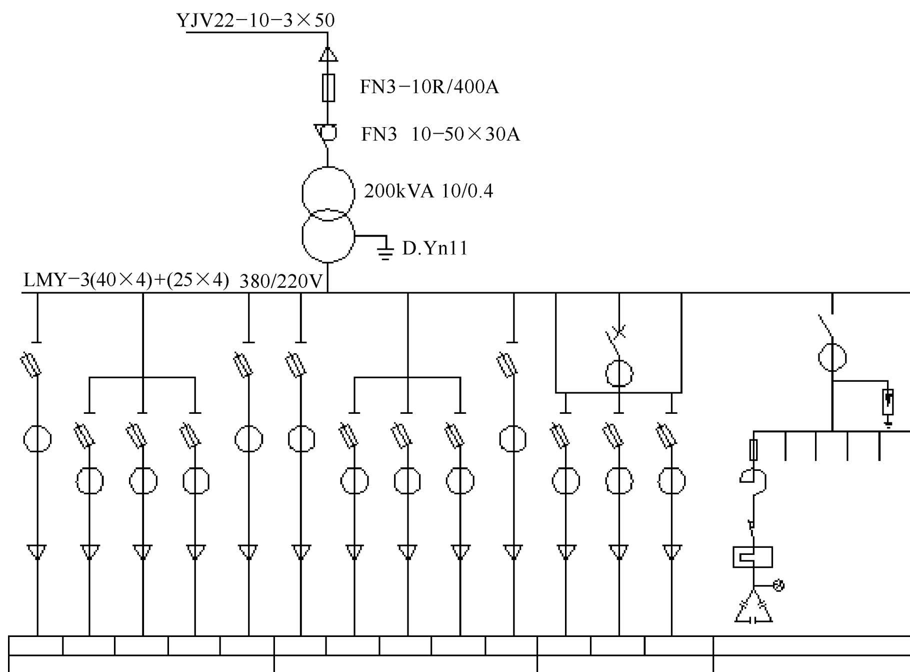


图 8-179 延伸直线

40）现在开始绘制电流表和电压表。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，在第一条线路右上角绘制圆 $\varphi=4$。效果如图 8-180 所示。

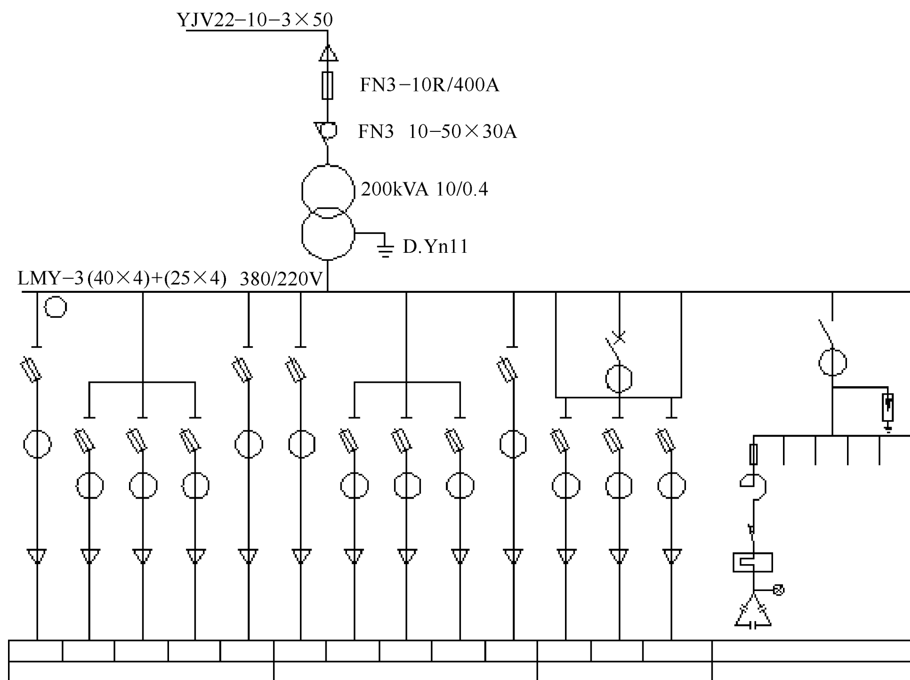


图 8-180 绘制圆



41）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，在 $\varphi=4$ 的圆中书写文字“A”，表示电流表。效果如图 8-181 所示。

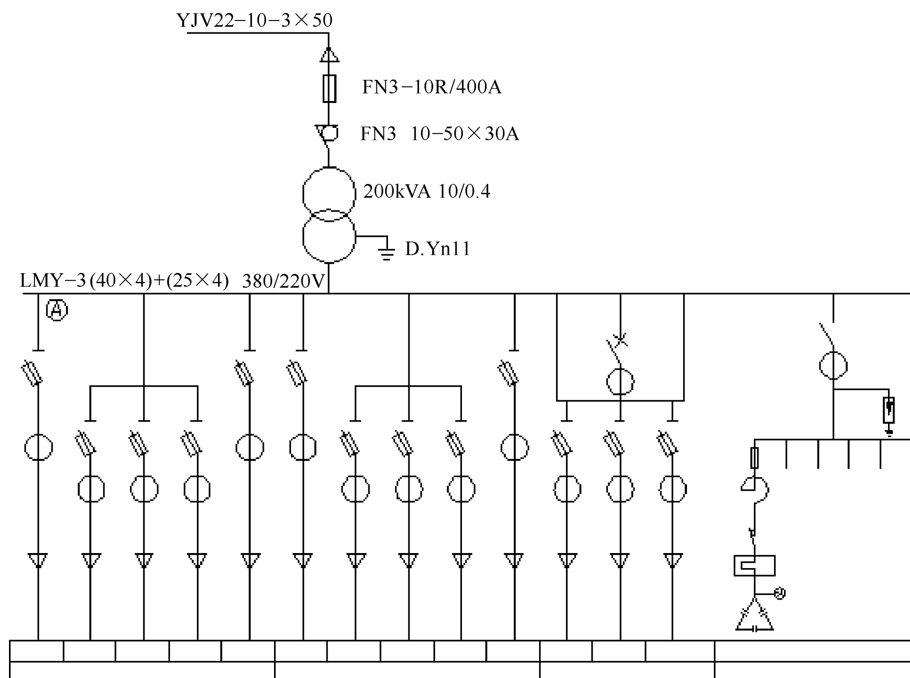


图 8-181 书写文字“A”

42）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把电流表符号向右复制，在每条线路上配置一个。效果如图 8-182 所示。

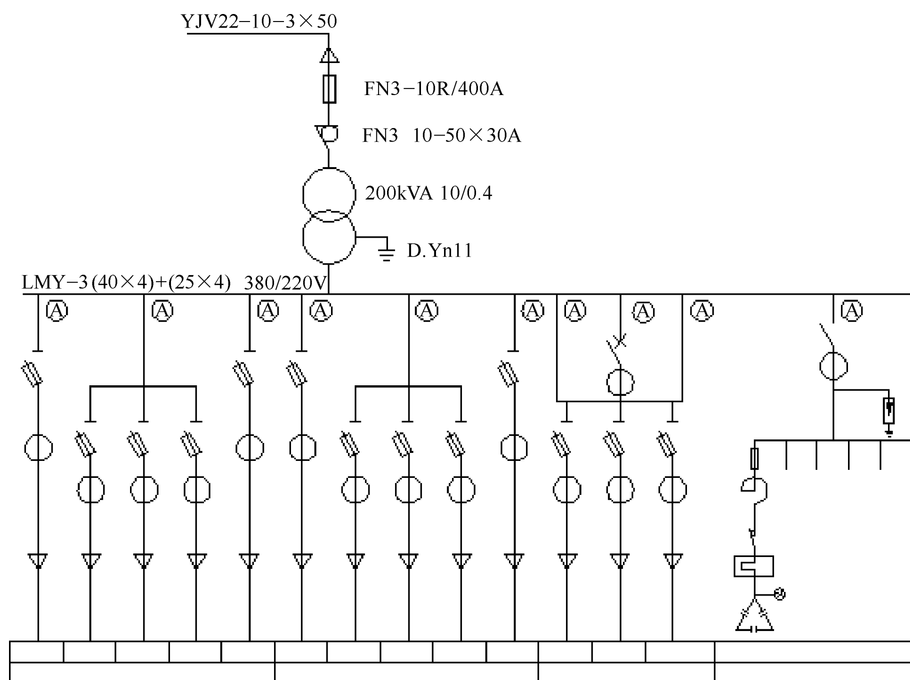


图 8-182 配置电流表符号

43）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把电流表符号由图 8-183 光标所示位置向左复制一份。效果如图 8-184 所示。

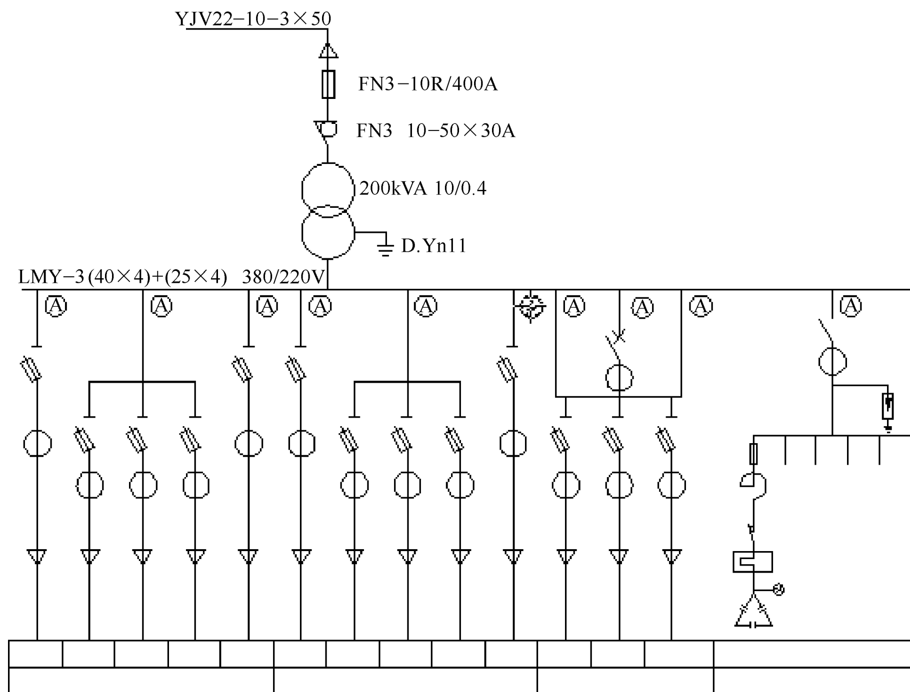


图 8-183 指示位置

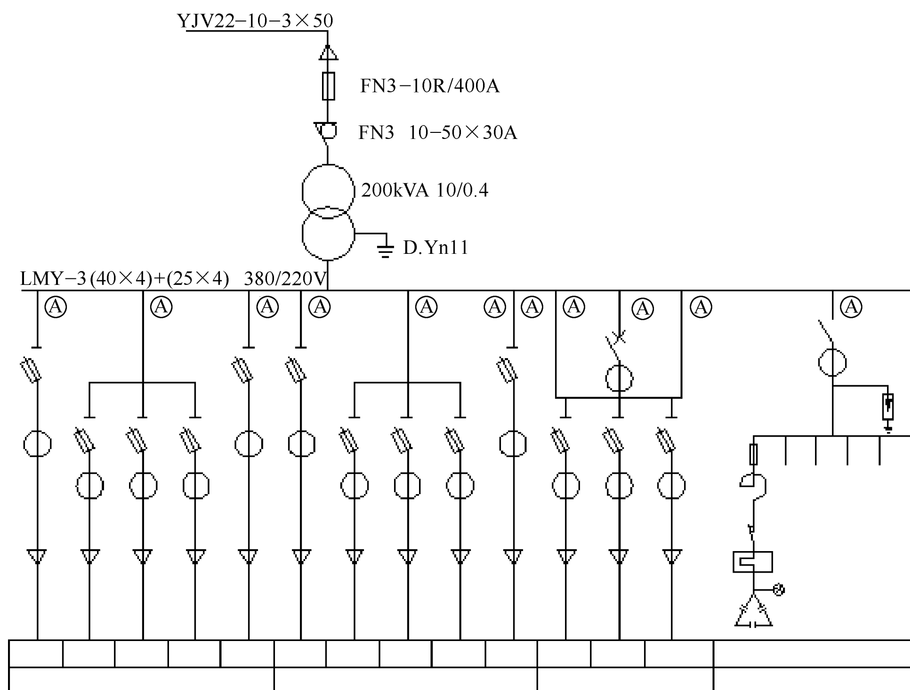


图 8-184 配置另一个电流表符号



44）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，把刚才配置的电流表符号中的文字由“A”改成“V”，形成电压表符号。效果如图8-185所示。

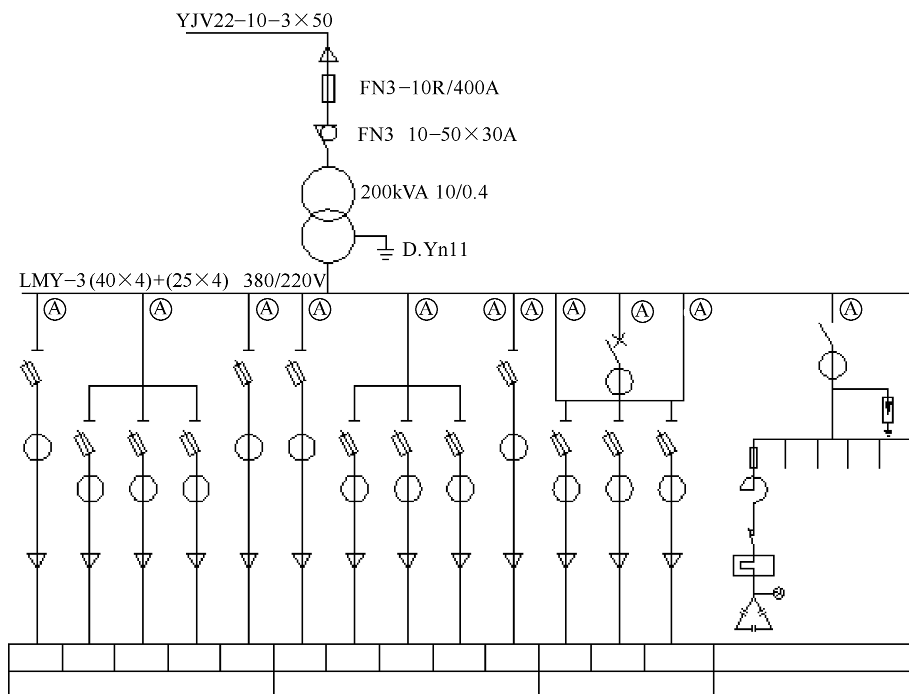


图8-185　配置电压表符号

45）单击“标准”工具栏中的“窗口缩放”命令按钮，局部放大图形左边，预备下一步的操作。效果如图8-186所示。

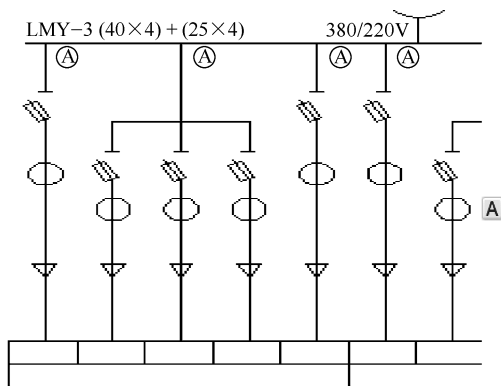


图8-186　局部放大图形左边

46）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写第一条线路上元件的代号，效果如图8-187所示。

47）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写第一条线路上下端导线的型号。效果如图8-188所示。

48）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写其他线路上元件符号、导线的型号。效果如图8-189所示。

49）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把表格向下适当移动。然后单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，使线路延伸到表格上。这样文字才能落在导线旁边。效果如图8-190所示。

50）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，在表格中书写各个支路的代号和组号。效果如图8-191所示。

图 8-187　书写第一条线路上元件的代号

图 8-188　书写第一条线路上下端导线的型号

图 8-189　书写其他文字

51）绘制左边的表格，用于填写各层元件的文字。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在图 8-192 所示端点的矩形。效果如图 8-193 所示。

52）单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，把矩形分解成直线。然后单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，把矩形下边阵列 17 行，行距为 5。效果如图 8-194 所示。



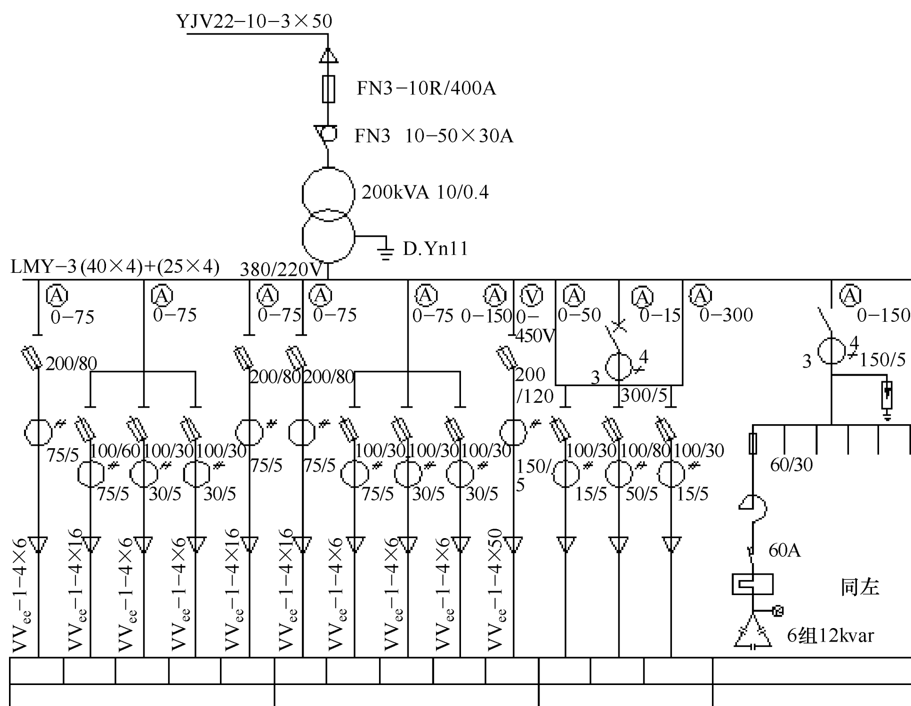


图 8-190　调整表格

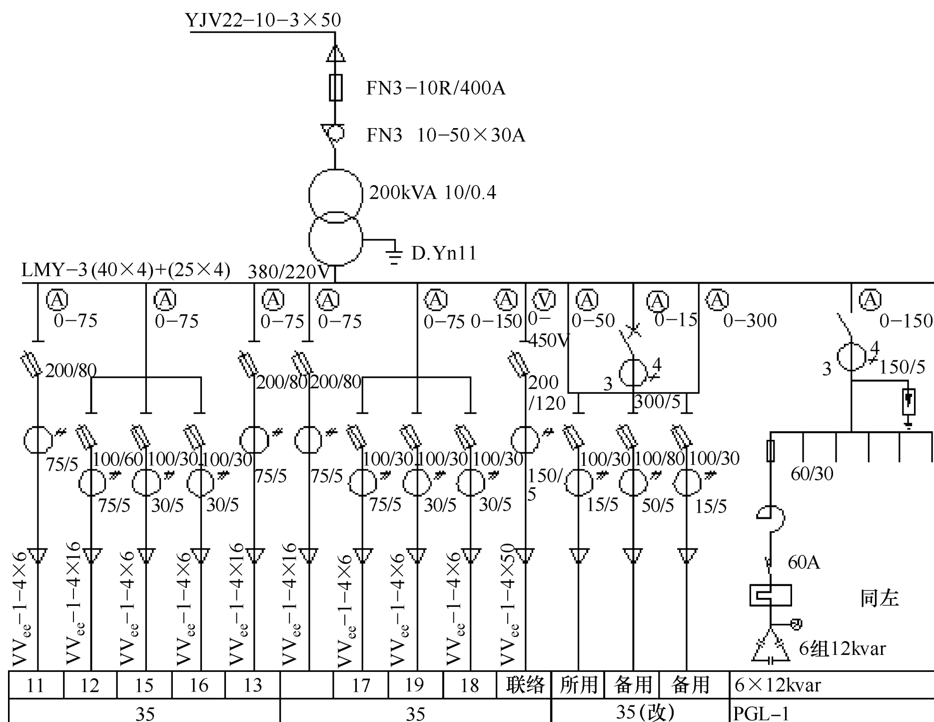


图 8-191　书写线路代号

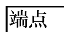


图 8-192 捕捉端点

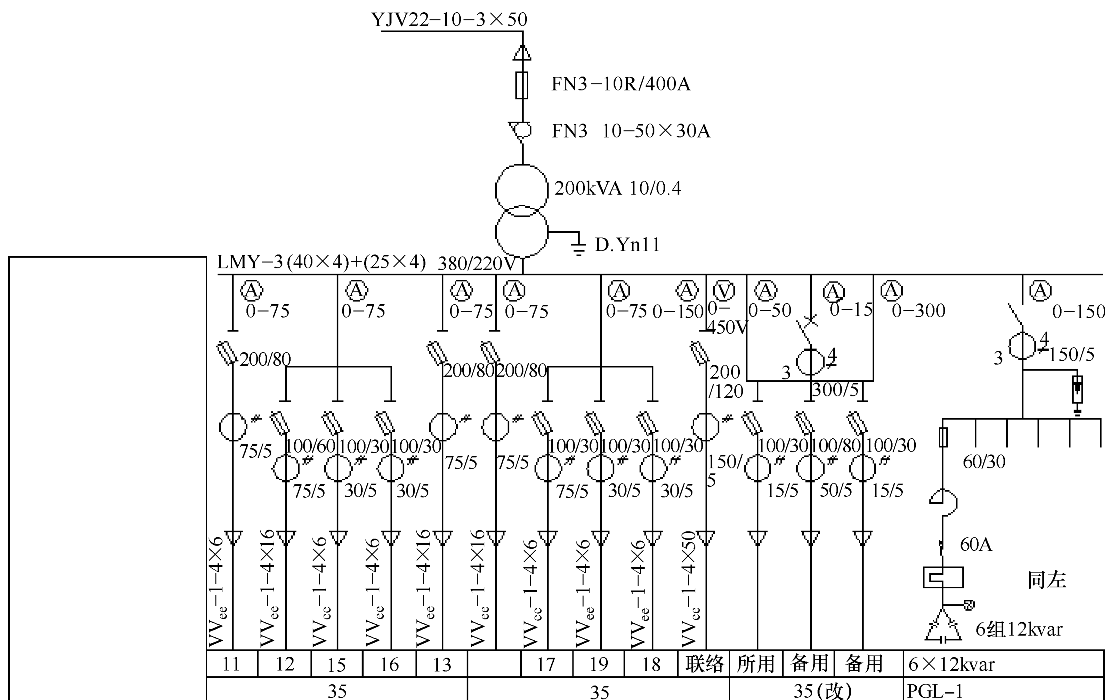


图 8-193 绘制矩形



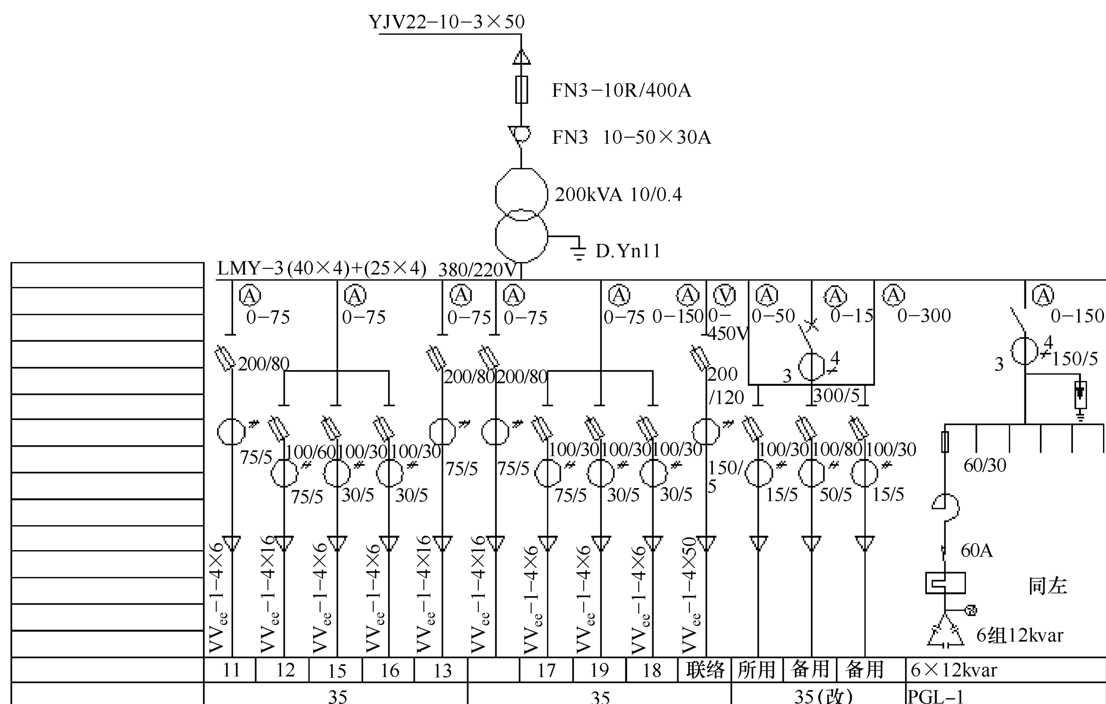


图 8-194　阵列直线

53）单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除图 8-195 所示的虚线线条。效果如图 8-196 所示。

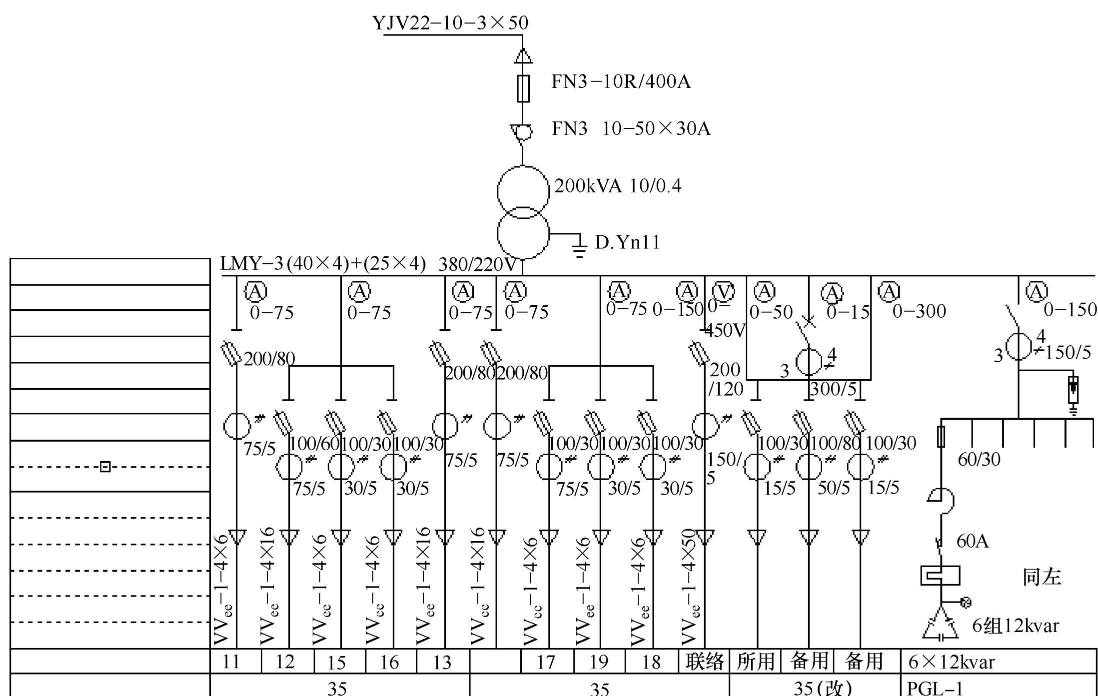


图 8-195　捕捉虚线

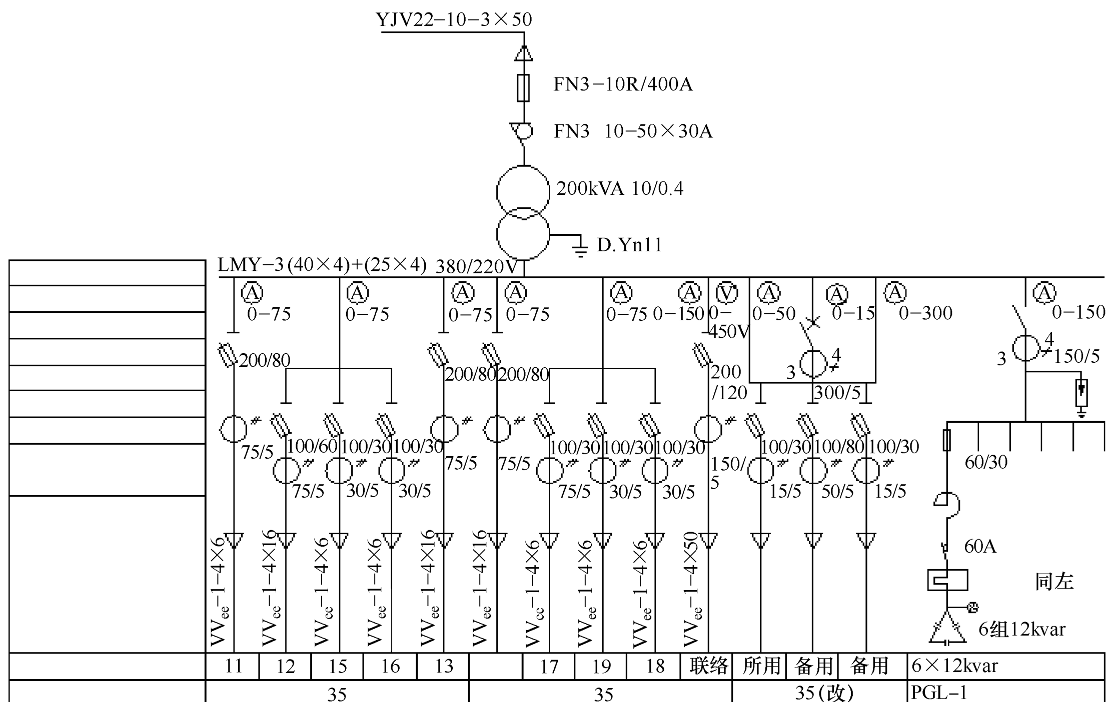


图 8-196　删除直线

54）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，在左边表格中书写各行元件名称。效果如图 8-197 所示。

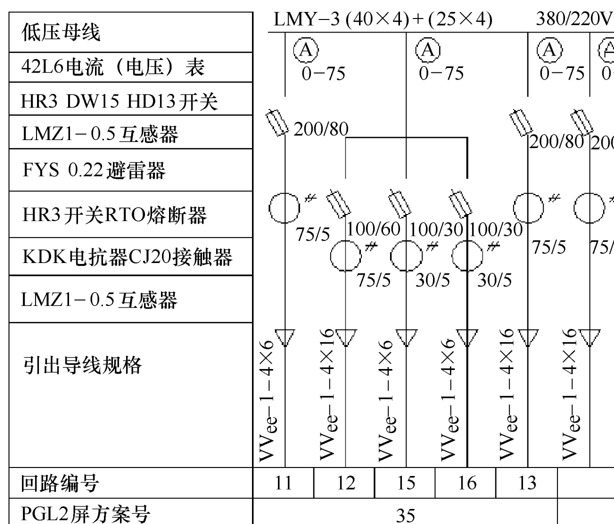


图 8-197　书写文字

55）单击“视图”工具栏中的“俯视”命令按钮，显示全部图形。效果如图 8-198 所示。

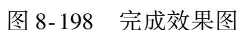


图 8-198　完成效果图

8.5 车间低压送电图

实例文件：example\Ch8\chejiandiyasongdian.dwg
操作录像：视频\Ch8\chejiandiyasongdian.avi

动力电从变电站出来之后即可输送到各个用电车间。动力电在工厂内的输送与大区域输送高压电类似，是通过架空线缆输送的。本例中，先简单绘制建筑平面图，然后绘制电气图，最后标注电气图。

1. 轴线与墙线

动力线进入车间后，一般是沿墙壁布置线路，输送给各台机床使用。因此应该在车间建筑平面图中绘制车间动力平面布置图。本例简单绘制建筑平面图。

操作步骤

1）首先绘制轴线。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制长度为 60 的水平直线，然后单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把该直线向上边偏移复制两份，复制距离分别为 90 和 190。效果如图 8-199 所示。

2）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制长度为 40 的垂直直线，效果如图 8-200 所示。

3）单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把垂直直线向左边偏移复制三份，复制距离分别为 80、400 和 480。效果如图 8-201 所示。

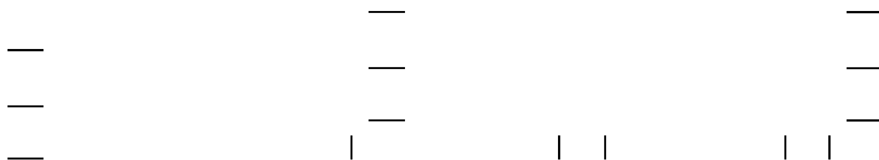


图 8-199　绘制并偏移水平直线　　图 8-200　绘制垂直直线　　图 8-201　偏移垂直直线

4）单击“标注”工具栏中的“标注样式”命令按钮，使用“修改”功能修改标注比例，在“主单位”选项卡中把比例因子修改为“100”。效果如图 8-202 所示。

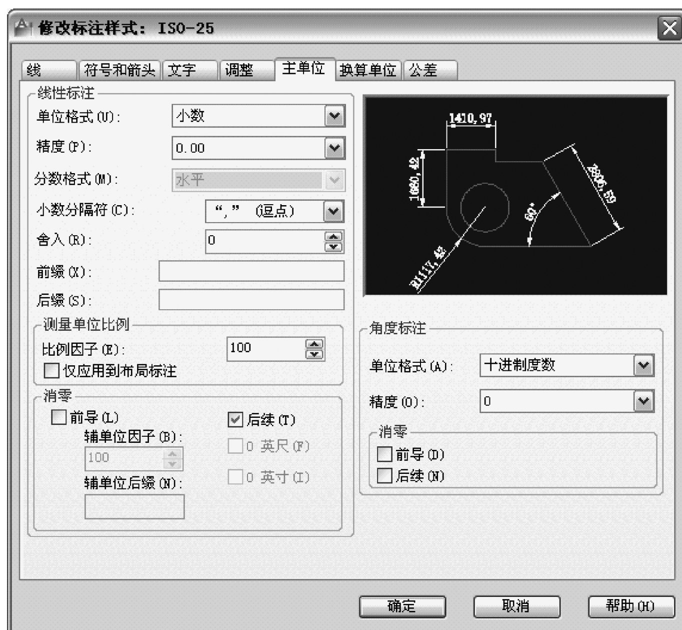


图 8-202　修改标注比例

5）单击“标注”工具栏中的“线性标注”命令按钮，标注轴线之间的距离。效果如图 8-203 所示。

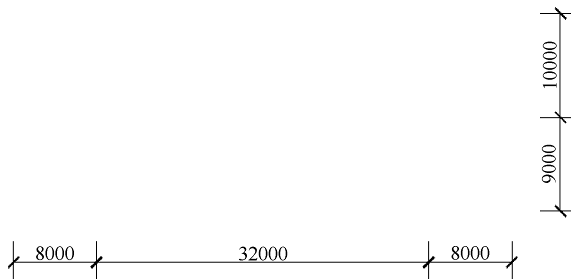


图 8-203　标注轴线之间的距离

6）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在最左边垂直轴线和最上边水平轴线之间的交点，终点在右边第 2 条垂直轴线和最下边水平轴线之间交点的矩形。



效果如图 8-204 所示。

7）单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把矩形向里边偏移复制一份，复制距离为 5，效果如图 8-205 所示。

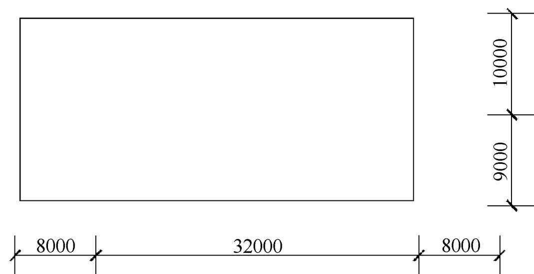


图 8-204　绘制矩形

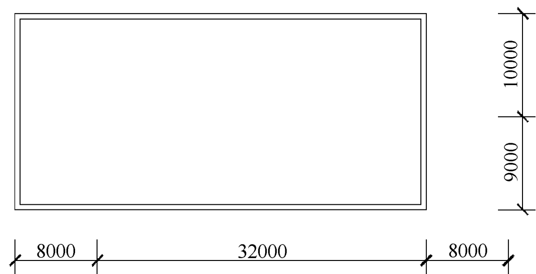


图 8-205　偏移复制矩形

8）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在图 8-206 所示交点，终点在右边垂直轴线和中间水平轴线之间交点的矩形。效果如图 8-207 所示。

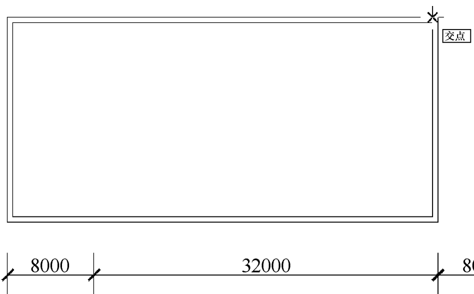


图 8-206　捕捉交点

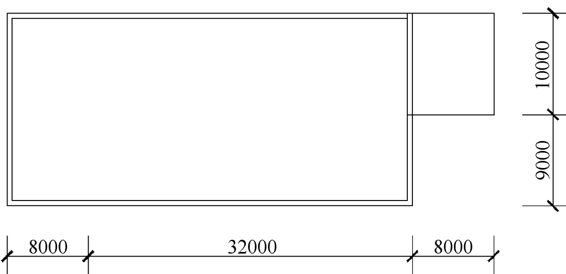


图 8-207　绘制小矩形

9）单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，把矩形向里边偏移复制一份，复制距离为 5。效果如图 8-208 所示。

10）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制起点在图 8-209 所示左边第 2 根垂直轴线与矩形交点的矩形 -5×190。效果如图 8-210 所示。

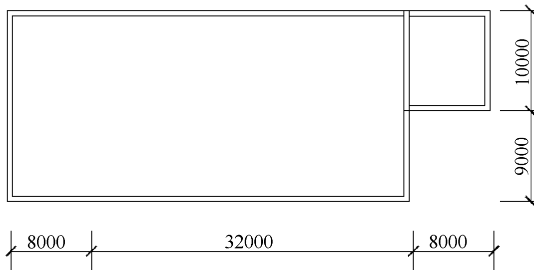


图 8-208　偏移复制小矩形

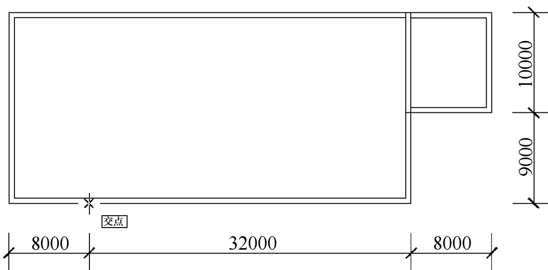


图 8-209　捕捉交点

11）开始绘制门洞。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制矩形 30×20。

效果如图 8-211 所示。

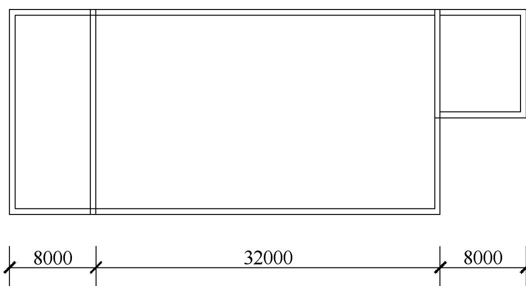


图 8-210　绘制 -5×190 矩形

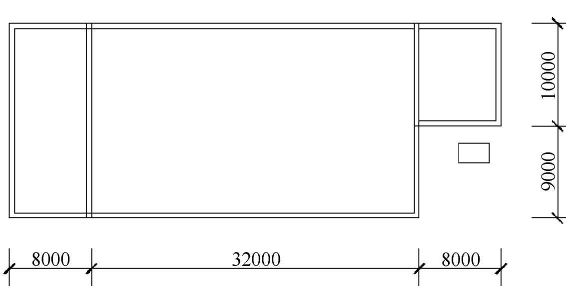


图 8-211　绘制 30×20 矩形

12）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形 30×20 以其下边中点为移动基准点，以图 8-212 所示终点为移动目标点移动。效果如图 8-213 所示。

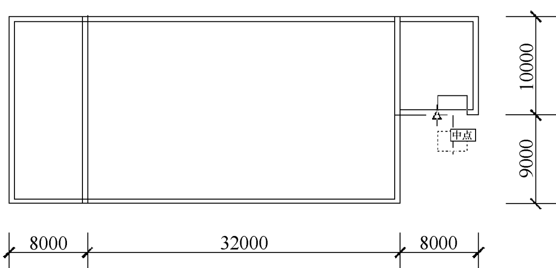


图 8-212　捕捉中点

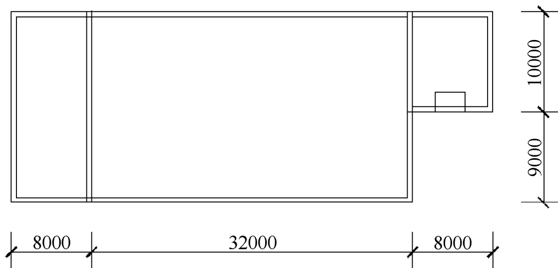


图 8-213　移动 30×20 矩形

13）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以下边中点为复制基准点，以图 8-214所示光标指示的中点为复制目标点，把矩形 30×20 向右复制一份。效果如图 8-215 所示。

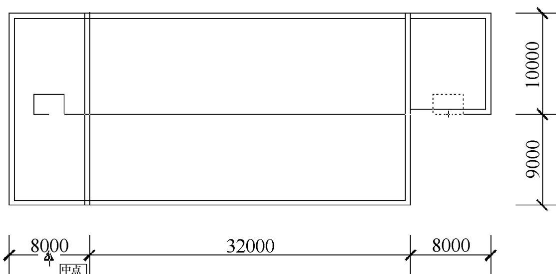


图 8-214　捕捉尺寸线的中点

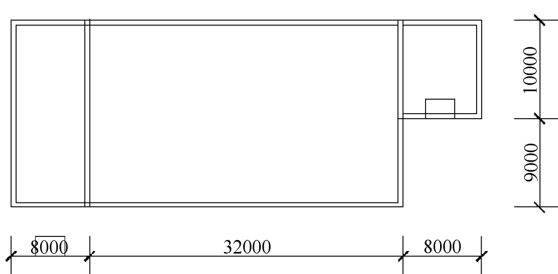


图 8-215　复制 30×20 矩形

14）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把左边矩形 30×20 以其下边中点为移动基准点，以图 8-216 所示垂足为移动目标点移动。效果如图 8-217 所示。

15）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把右边的矩形 30×20 向上复制一份，如图 8-218 所示，然后单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，把它旋转 90°。效果如图 8-219 所示。



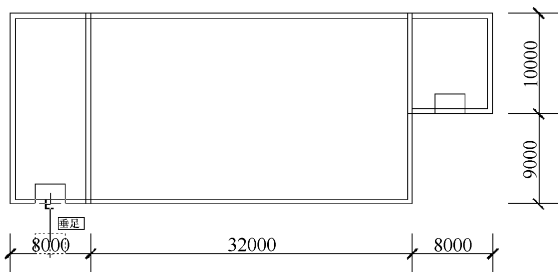


图8-216　捕捉垂足

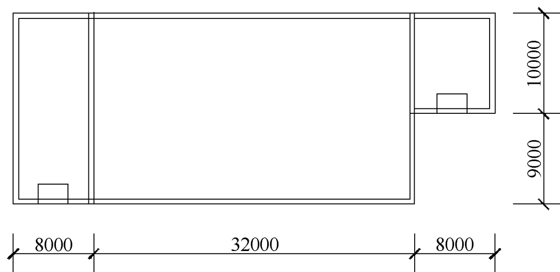


图8-217　移动复制30×20的矩形

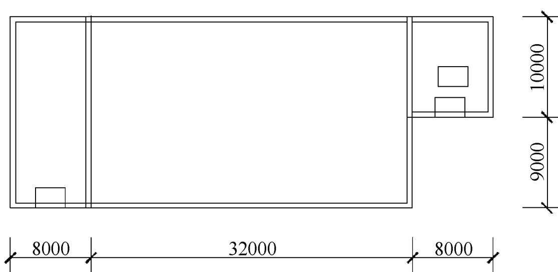


图8-218　复制矩形

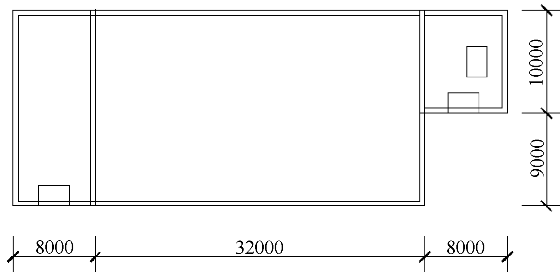


图8-219　旋转矩形

16）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把旋转的矩形30×20以其右边中点为移动基准点，以图8-220所示中点为移动目标点移动。效果如图8-221所示。

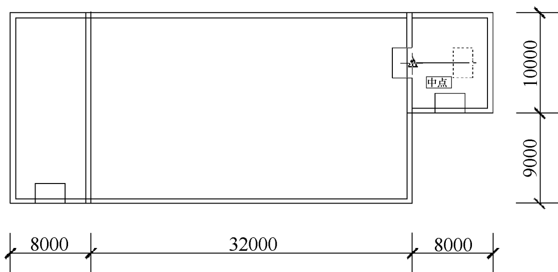


图8-220　捕捉中点

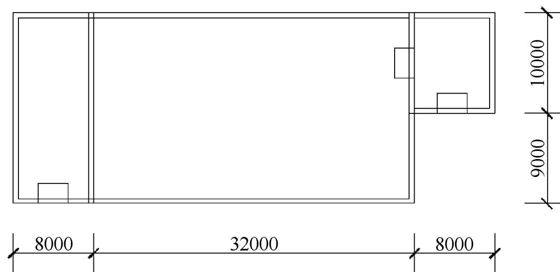


图8-221　移动旋转的矩形

17）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮。以墙线为被修前边，修剪出门洞。效果如图8-222所示。

18）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以墙身本身为被修剪边，修剪掉墙线内的线头。效果如图8-223所示。

19）现在绘制窗线。单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，把墙线分解成直线。

20）单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制矩形60×5。效果如图8-224所示。

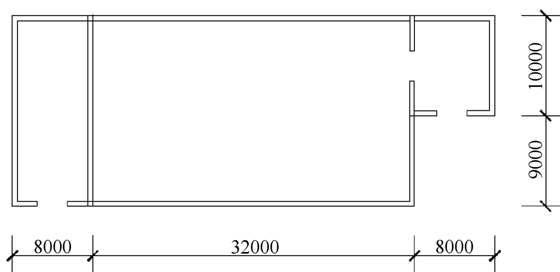


图 8-222　修剪出门洞

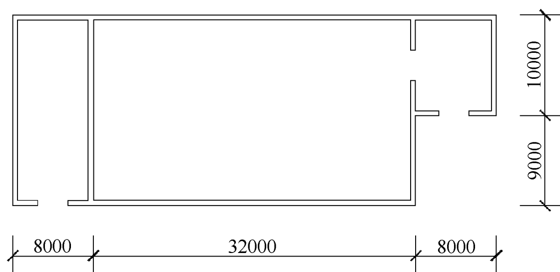


图 8-223　修剪掉墙线内的线头

21）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制矩形 60×5 的左右两边中点的连线。效果如图 8-225 所示。

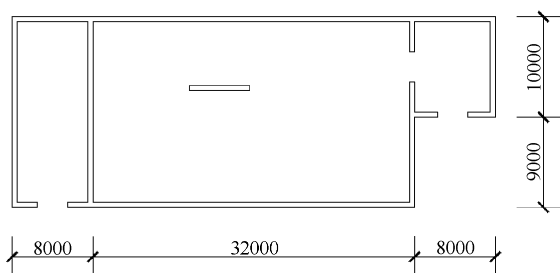


图 8-224　绘制 60×5 的矩形

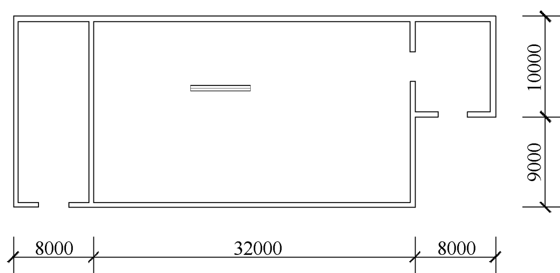


图 8-225　绘制中线

22）单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形 60×5 和刚才绘制的中线以矩形 60×5 上底中点为移动基准点，以图 8-226 所示中点为移动目标点移动。效果如图 8-227 所示。

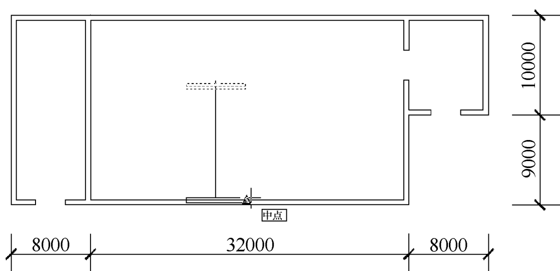


图 8-226　捕捉中点

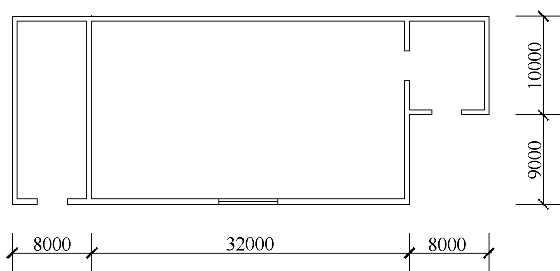


图 8-227　移动图形

23）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把矩形 60×5 和中线向右复制一份，复制距离为 100。效果如图 8-228 所示。

24）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把中间的窗洞图形向左复制一份，复制距离为 100。效果如图 8-229 所示。

25）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以图 8-230 所示中点为复制基准



点。以图8-231所示的中点为复制目标点，把三个窗洞图形向上复制一份。效果如图8-232所示。

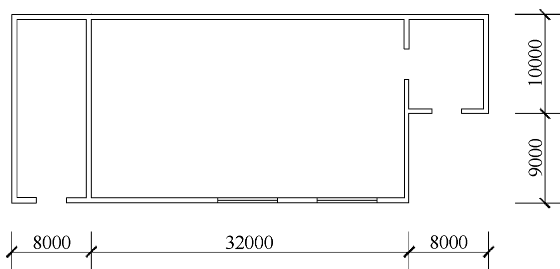


图8-228　向右复制窗洞图形

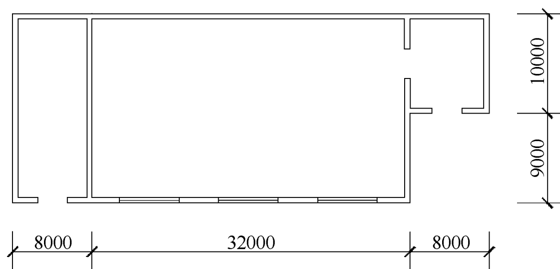


图8-229　向左复制窗洞图形

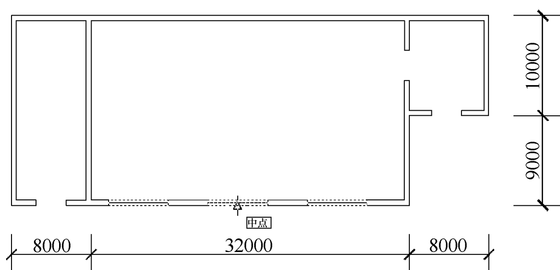


图8-230　捕捉复制基准点

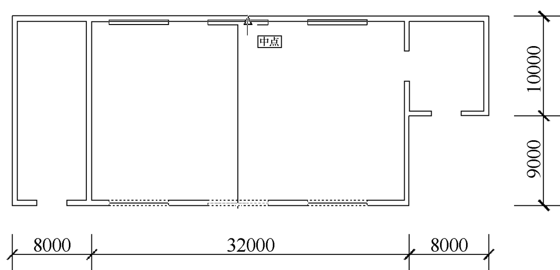


图8-231　捕捉复制目标点

26）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以左下角窗洞下边中点为复制基准点，以图8-233、图8-234所示的中点为复制目标点，把该窗洞图形向上复制两份。效果如图8-235所示。

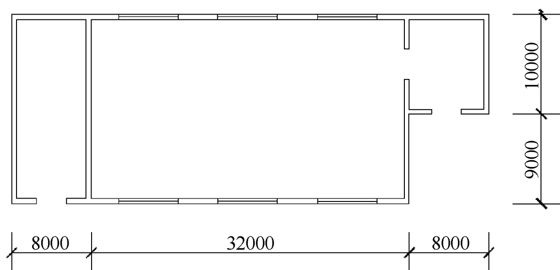


图8-232　复制三个窗洞

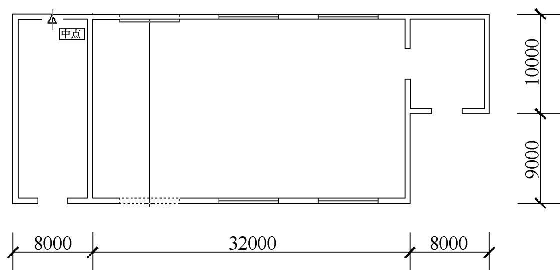


图8-233　捕捉中点

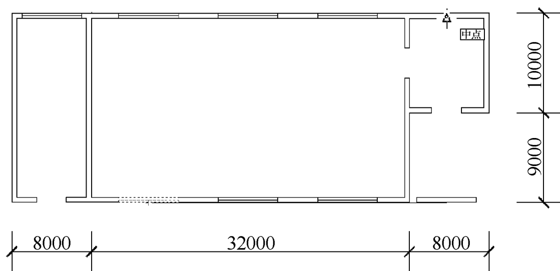


图8-234　再次捕捉中点

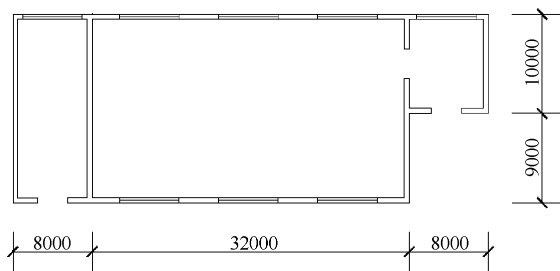


图8-235　复制窗洞

2. 车间配电干线

本例中，先绘制配电柜与接线，然后标注各条线路的型号。



操作步骤

1）首先绘制主配电箱。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制矩形 5×20。效果如图 8-236 所示。

2）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把矩形 5×20 向右复制一份，复制距离为 5。效果如图 8-237 所示。

3）绘制二级配电路。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制矩形 2×10。效果如图 8-238 所示。

4）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把矩形 2×10 向右复制一份，复制距离为 2。效果如图 8-239 所示。



图 8-236　绘制 5×20 的矩形

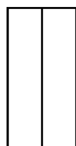


图 8-237　复制 5×20 的矩形

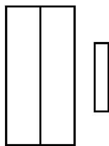


图 8-238　绘制 2×10 的矩形

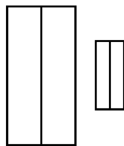


图 8-239　复制 2×10 的矩形

5）单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把两个矩形 2×10 向右复制四份，位置适当即可。效果如图 8-240 所示。

6）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，按图 8-241 所示绘制配电箱和配电柜之间的连线。

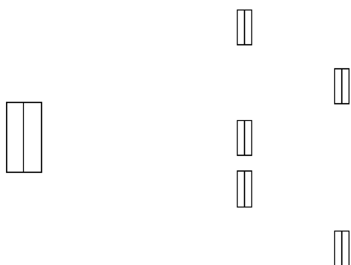


图 8-240　复制四个 2×10 的矩形

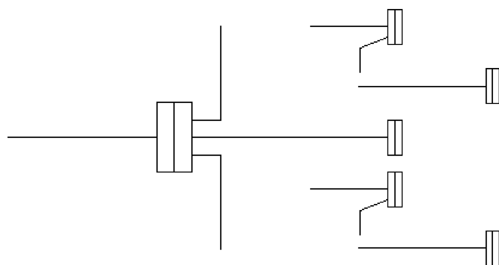


图 8-241　绘制连线

7）单击“修改”工具栏中的“圆角”命令按钮，以倒圆角 $R=0$ 的方式修整连线，效果如图 8-242 所示。



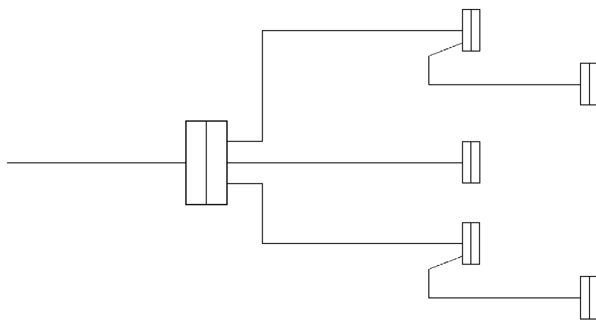


图 8-242　修整连线

8）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，书写配电箱和配电柜的编号。效果如图 8-243 所示。

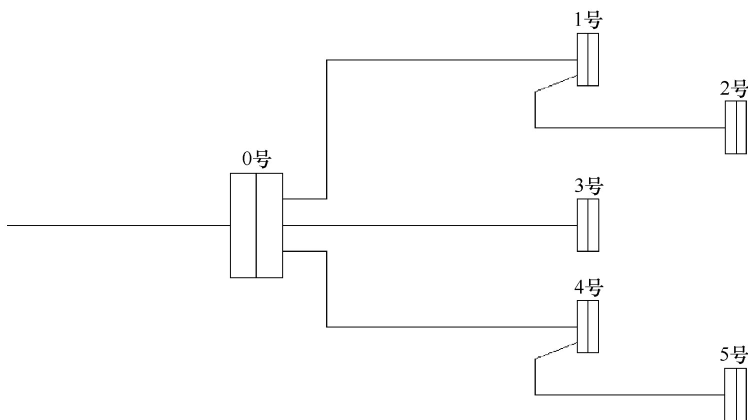


图 8-243　书写编号

9）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，书写配电柜入线的型号“0-VLV 3X185 +1X70”。效果如图 8-244 所示。

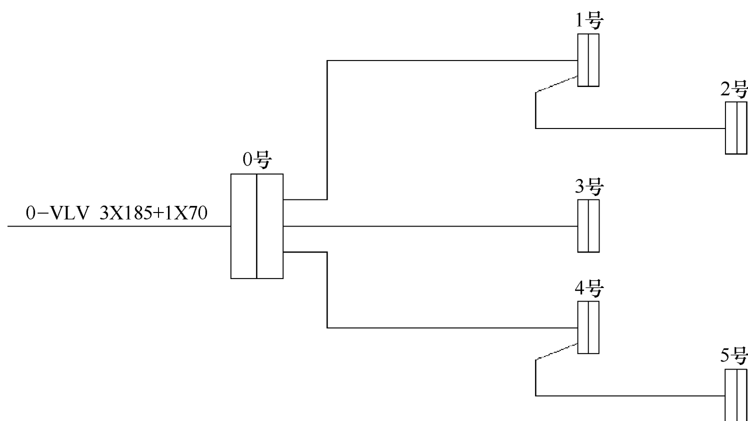


图 8-244　书写配电柜入线型号

10）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，在导线下方书写配电柜入线的型号“K”。效果如图 8-245 所示。

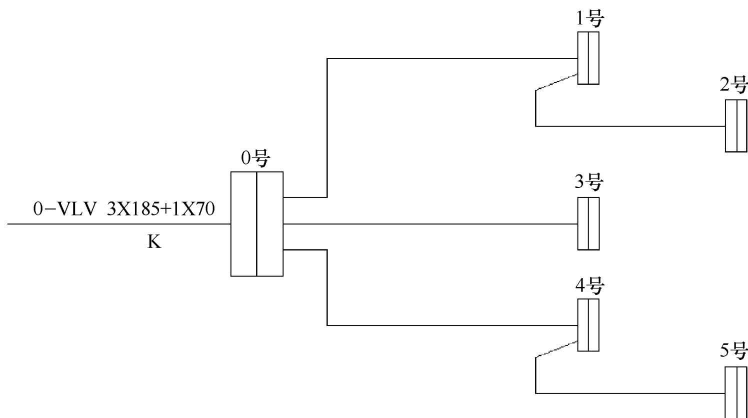


图 8-245　补写“K”

11）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写配电柜和 1 号配电箱之间连线的型号“1-BLX-3X70+1X35”和“K”。效果如图 8-246 所示。

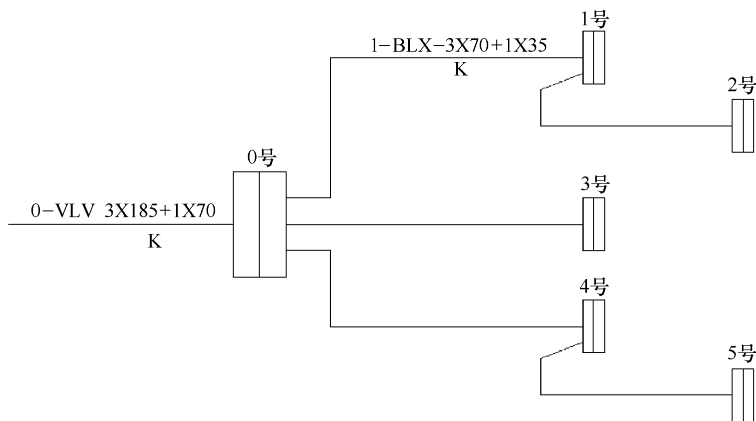


图 8-246　书写 1 号配电箱入线的型号

12）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写 3 号配电箱入线的型号“2-BLX-3X95”和“K”。效果如图 8-247 所示。

13）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写 4 号配电箱入线的型号“3-BLX-3X120+1X50”和“K”。效果如图 8-248 所示。

14）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写 5 号配电箱入线的型号“4-BLX-3X50”和“K”。效果如图 8-249 所示。

15）单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，书写配电柜输入电源的参数“3N”和“380/220V”。效果如图 8-250 所示。



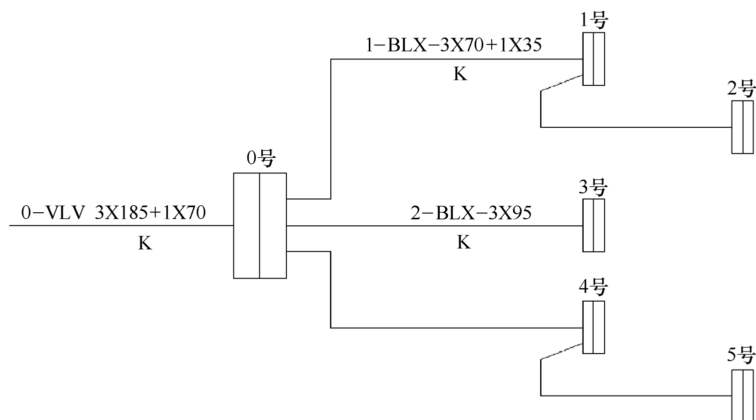


图 8-247　书写 3 号配电箱入线的型号

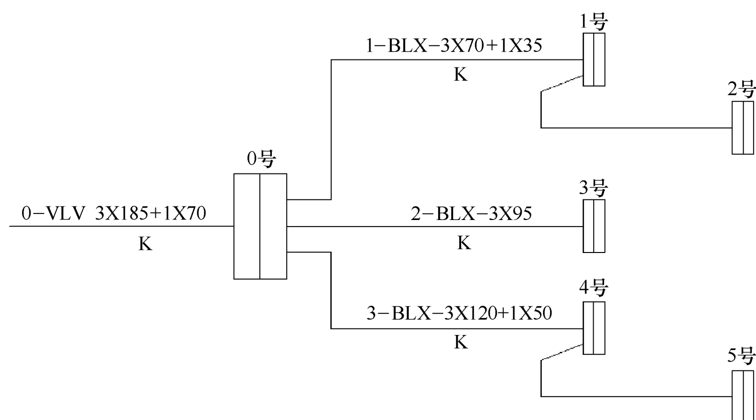


图 8-248　书写 4 号配电箱入线的型号

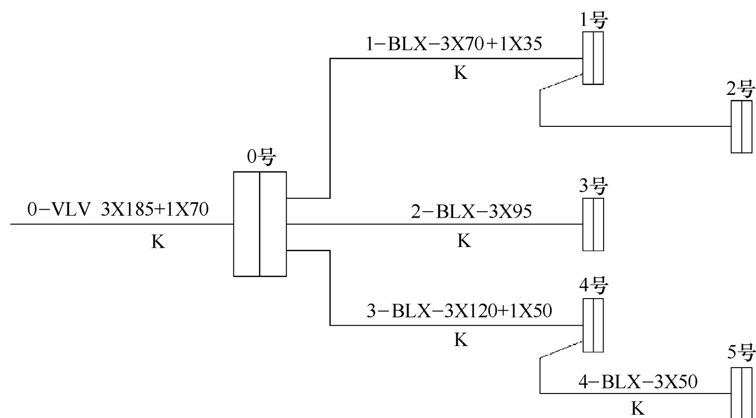


图 8-249　书写 5 号配电箱入线的型号

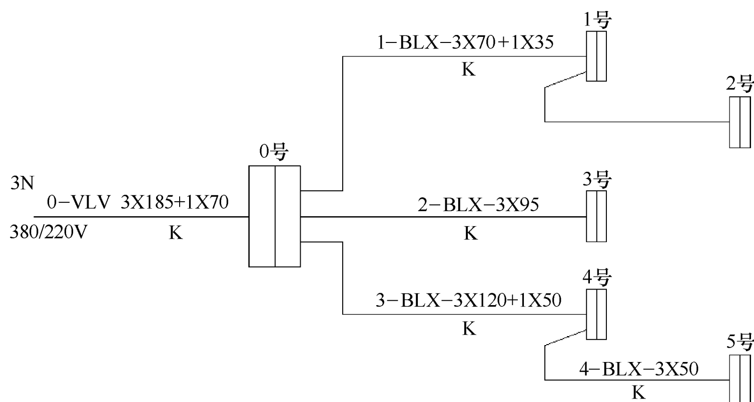


图 8-250　书写配电柜输入电源的参数

8.6　本章总结

本章通过具体应用实例详细讲解了绘制变电和输电工程图的一般思路和方法，通过几个具有代表性的电气平面图的绘制，使读者熟悉如何使用 AutoCAD 2012 进行变电和输电电气平面图设计，为从事相关的输变电工程图的设计工作打下坚实基础。

8.7　思考与练习

1. 思考题

1）电气工程图一般具有哪些特点？

2）一般而言，一项工程的电气图由哪几部分组成？

2. 操作题

1）绘制如图 8-251 所示的电气输电图。

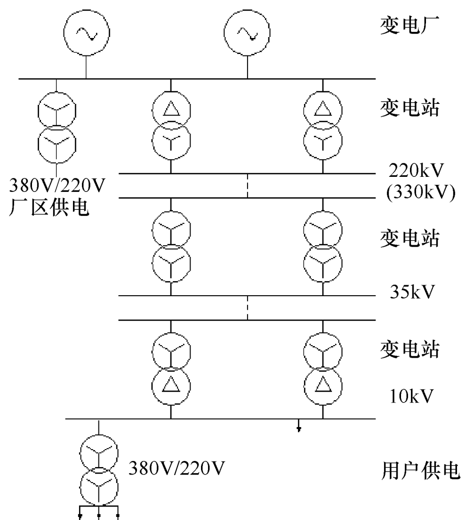


图 8-251　习题图 1



2）绘制如图 8-252 所示电动机供电系统接线图。

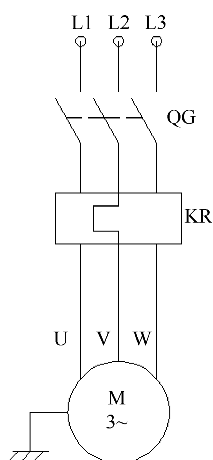


图 8-252　习题图 2

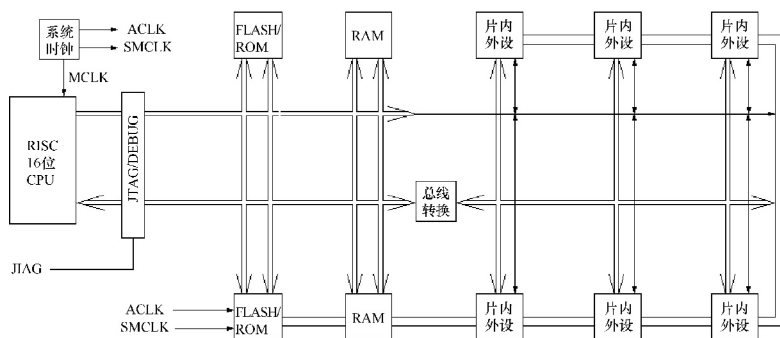
第 9 章 电路图设计

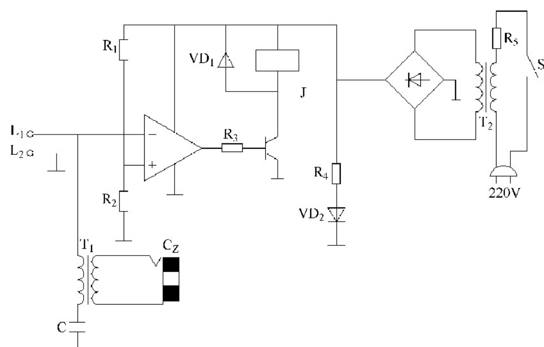
学习目标



熟悉电路图绘制的相关知识
掌握电路图的绘制方法和技巧
了解电路图的基本概念和分类

随着信息化社会和知识经济的发展，单片机的应用已经渗透到各行各业，目前，单片机在民用和工业测控领域得到了最广泛的应用。





简易录音机的绘制比较简单，它是由一些简单的图形组成的。设计者可以使用偏移、分解镜像等工具完成简易录音机。



9.1　电路图基础

电路基础是电类学生知识结构的重要组成部分。电路基础主要介绍电路的组成，电路元件的基本概念、基本定律、基本分析方法，交直流电路的一般计算方法；电子技术基础主要介绍半导体器件所组成的电路的基本功能，阐明数字电路的基本概念及不同于模拟电路的特点和基本分析方法等。

9.1.1　概述

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。

电子技术的应用，以信息科学技术为中心，包括计算机技术、生物基因工程、光电子技术、军事电子技术、生物电子学、新型材料、新型能源、海洋开发工程技术等高新技术的兴起已经引起人类从生产到生活各个方面的巨大变革。

电路（Electrical circuit）或称电子回路，是由电气设备和元器件，按一定方式连接起来，为电荷流通提供了路径的总体，也叫电子线路或称电气回路，简称网络或回路。如电阻、电容、电感、二极管、晶体管和开关等，构成的具有一定功能的网络。

电子器件是电子线路的核心。电子器件的发展促进了电子技术的发展。

9.1.2　电子电路分类

根据所处理信号的不同，电子电路可以分为模拟电路和数字电路。电路的大小，可以相差很大，小到硅片上的集成电路，大到高低压输电网。

1. 电子信号

电子信号可分为以下两类：

1）数字信号：指那些在时间上和数值上都是离散的信号。

2）模拟信号：除数字外的所有形式的信号统称为模拟信号。

2. 电路的分类

通常，电路有以下 4 种分类方式：

（1）根据工作信号分类

1）模拟电路：工作信号为模拟信号的电路，模拟电路对电信号的连续性电压、电流进行处理。

典型的模拟电路有放大电路、振荡电路、线性运算电路（加法、减法、乘法、除法、微分和积分电路），运算连续性电信号。

2）数字电路：亦称逻辑电路，将连续性的电信号，转换为不连续性定量电信号，并运算不连续性定量电信号的电路，称为数字电路。

典型数字电路有振荡器、寄存器、加法器、减法器等，运算不连续性定量电信号。

（2）根据信号的频率范围分类

1）低频电子线路；

2）高频电子线路。

（3）根据核心元件的伏安特性分类

1）线性电子电路；

2）非线性电子电路。

（4）根据用途分类

1）光电电路：如太阳能电路。

2）电机电路：常运用于大电源设备、如电力设备、运输设备、医疗设备、工业设备等。

9.2 单片机采样线路图

实例文件：example\Ch9\danpianji.dwg
操作录像：视频\Ch9\danpianji.avi

随着信息化社会和知识经济的发展，单片机的应用已经渗透到各行各业，目前，单片机在民用和工业测控领域得到最广泛的应用。彩电、冰箱、空调器、录像机、VCD、遥控器、游戏机、电饭煲等无处不见单片机的影子，单片机早已深深地融入我们每个人的生活。图 9-1 所示为某型号的 16 位单片机的样式图，本节将通过介绍其绘制方法，让读者基本掌握单片机的绘制过程。

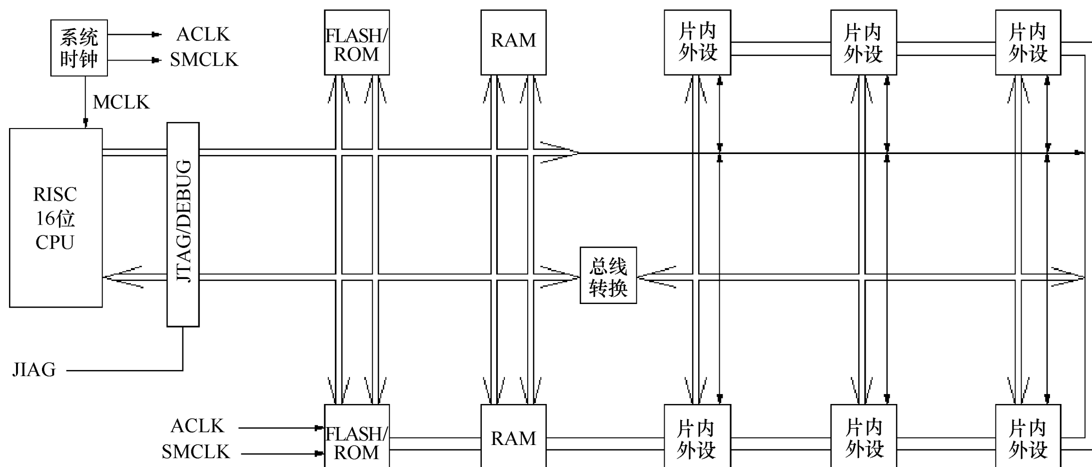


图 9-1　单片机线路图



操作步骤

1）调用“绘图”工具栏中的矩形命令按钮，绘制一个矩形作为 RISC 的 16 位 CPU，为矩形 1，其长度为 100，宽度为 50。再绘制矩形 2，其长度为 25，宽度为 25，如图 9-2 所示。命令提示行如下：

命令：_rectang

指定第一个角点或［倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)］：

指定另一个角点或［面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)］：D

指定矩形的长度 <100.0000>：100　//输入矩形的长度

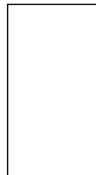


图 9-2　绘制矩形



指定矩形的宽度 <50.0000>: 50　　//输入矩形的宽度
指定另一个角点或［面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)］: R
指定旋转角度或［拾取点(P)］<90>: 90　//给出旋转角度
命令: _rectang
指定第一个角点或［倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)］:
指定另一个角点或［面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)］: D
指定矩形的长度 <100.0000>: 25　//输入矩形的长度
指定矩形的宽度 <50.0000>: 25　　//输入矩形的宽度

2）调用“绘图”工具栏中的复制命令按钮，绘制其余几个矩形。打开状态栏中的“正交”按钮，在“正交”方式下复制矩形2为矩形3～11，分别排列在上下两侧，各个矩形排列位置如图9-3所示。命令提示行如下：

命令: _copy
选择对象: 指定对角点: //选择复制对象;
选择对象:
指定基点或[位移(D)]<位移>: 任选一点　//选择基点;
指定第二个点或<使用第一个点作为位移>:
指定第二个点或[退出(E)/放弃(U)]<退出>:
//捕捉目标点,或者输入相对坐标@18,0,注意相对点总是基点位置;
指定第二个点或[退出(E)/放弃(U)]<退出>:　　//可以继续复制,回车结束命令。

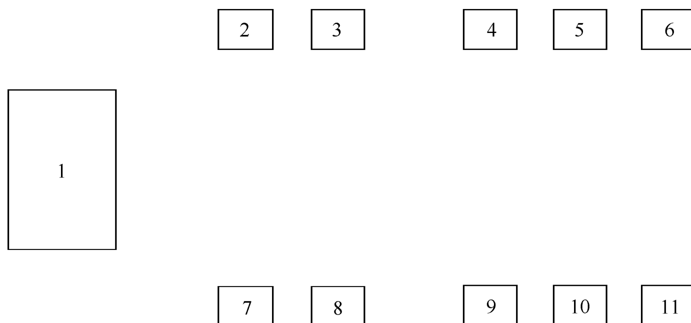


图9-3　复制矩形

3）调用“绘图”工具栏中的矩形命令按钮，关掉“正交”按钮，绘制其余三个模块，矩形12、13，其长度为20，宽度也为20。矩形14，长度为15，宽度为90，如图9-4所示。

4）单击“状态”工具栏中的正交命令按钮，进入正交绘图状态，调用“直线”(LINE)命令，绘制一条竖直直线，长度为150，如图9-5所示。命令提示行如下：

命令: _line: 指定第一点://在图中任选一点;
指定下一点或放弃: 150　//输入150并回车两次结束。

5）调用“修改”工具栏中的偏移命令按钮，将直线向右偏移2，如图9-6所示。命令提示行如下：

命令: _offset
当前设置: 删除源=否　图层=源　OFFSETGAPTYPE=0

指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)]<20.0000>:

2//设置偏移距离为2;

选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>: //选择偏移的对象直线 AB;

指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>:

//在 AB 右方单击鼠标,确定要偏移的方向完成偏移。

选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>: //回车退出。

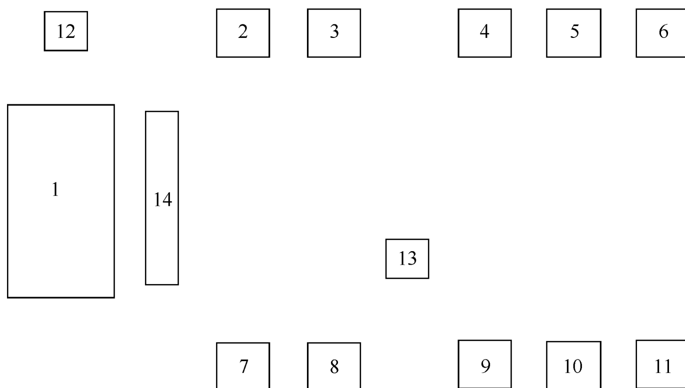


图 9-4 绘制矩形



图 9-5 直线



图 9-6 偏移直线

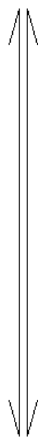


图 9-7 绘制箭头

6) 打开“状态”工具栏中的极轴命令按钮，进入极轴绘图状态。调用“直线”命令，打开“工具”栏上“草图设置”选项，选中其中的“交点”，以图中的直线端点为起点，绘制一条与直线相连的短直线，长度为5，如图9-7所示。命令提示行如下:

命令: _line: 指定第一点: //在图中任选一点;

指定下一点或放弃: 5 //输入5并回车两次结束。

7) 调用“修改”工具栏中的平移命令按钮，选择图中的总线为平移对象，以总线端点为基点，将此总线平移并安排到前面所绘制的矩形上去，如图9-8所示。命令提示行如下:

命令: _move



选择对象：
选择对象：//选择对象,回车结束选择；
指定基点或位移：//指定基点；
指定位移的第二点或 <用第一点作位移>：//指定移动的目标点

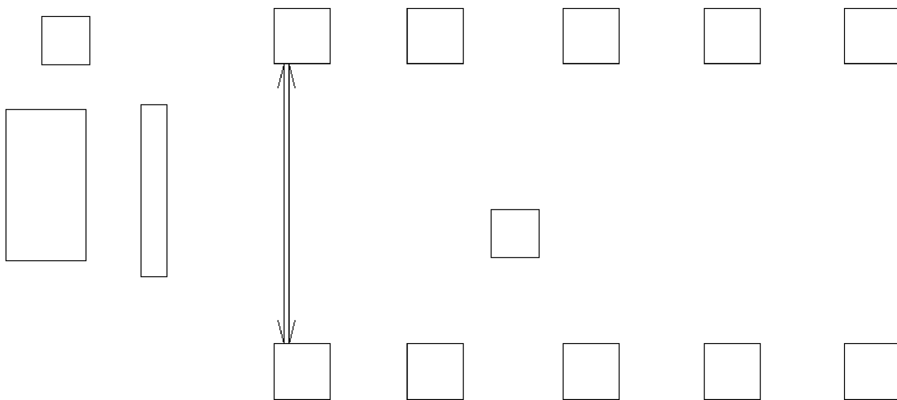


图9-8　平移直线

8）调用“修改”工具栏中的复制命令按钮，将总线复制六份，此时应打开“捕捉”和“正交”按钮，如图9-9所示。

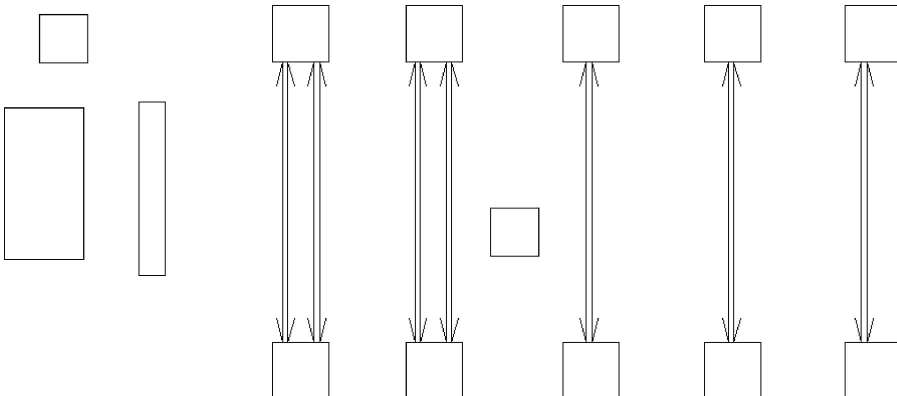


图9-9　复制总线

9）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，以及“偏移”命令，依次绘制其他几条总线，如图9-10所示。要注意的是“对象捕捉”功能要随时打开和关闭。

10）调用“修改”工具栏中的修剪命令按钮，对总线之间的相交部分进行修剪，如图9-11所示。输入回车，命令提示行如下：

命令：trim
选择要修剪的对象,或按住Shift键选择要延伸的对象,或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边((E)/删除(R)/放弃(U))：//选中需裁剪的线；

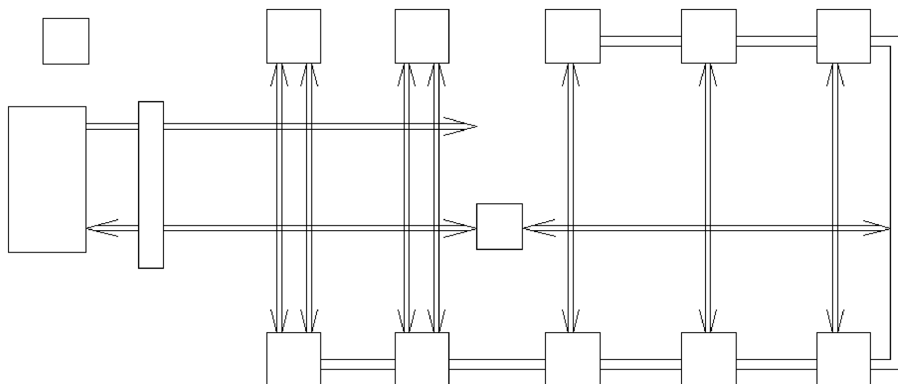


图 9-10　绘制其他总线

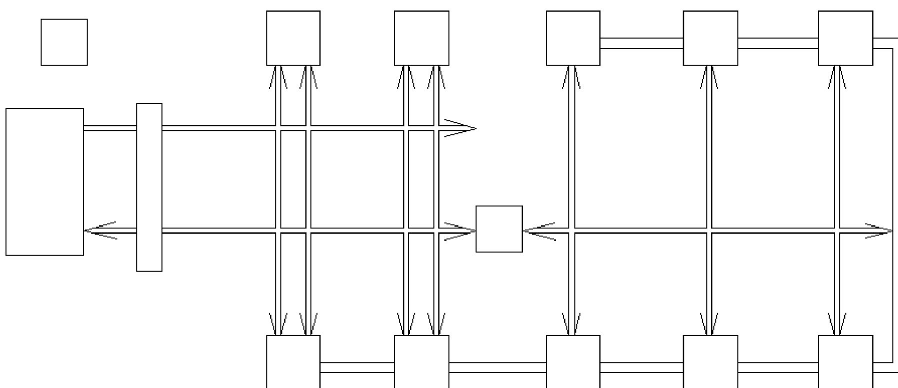


图 9-11　修剪图形

11）调用“绘图”工具栏中的多线段命令按钮，绘制几条带箭头的直线连接各个模块，如图 9-12 所示。命令提示行如下：

命令：_pline

指定起点：<对象捕捉　开>

当前线宽为 0.0000

指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：　W

//选择“宽度”选项

指定起点宽度：0　//指定起点宽度为 0

指定终点宽度：0　//指定终点宽度为 0

指定下一个点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：W

//选择“宽度”选项

指定起点宽度：0　//指定起点宽度为 0

指定终点宽度：3　//指定终点宽度为 3

指定下一个点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：

//在适当位置选一点回车

12）调用“绘图”工具栏中的多行文字命令按钮，为各模块添加注释文字。至此，完成整个单片机线路图的绘制。



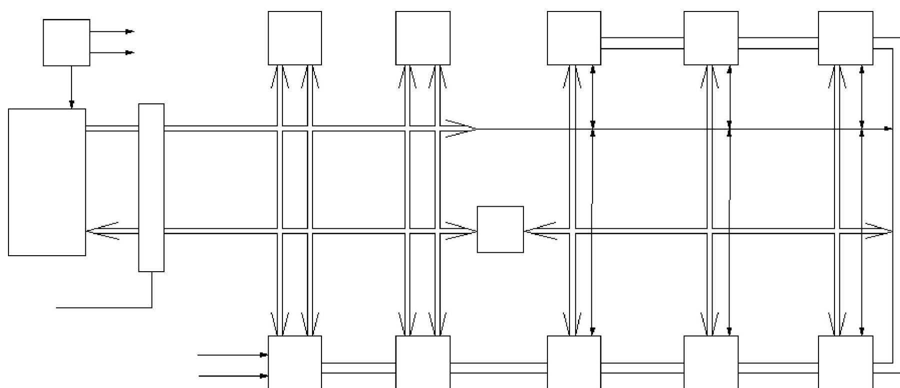


图9-12　绘制多线段箭头及连接各模块

9.3　简易录音机电路图

实例文件：example\Ch9\luyinji.dwg
操作录像：视频\Ch9\luyinji.avi

录音机是一种常用电器，本节将简要介绍图9-13的绘制过程。

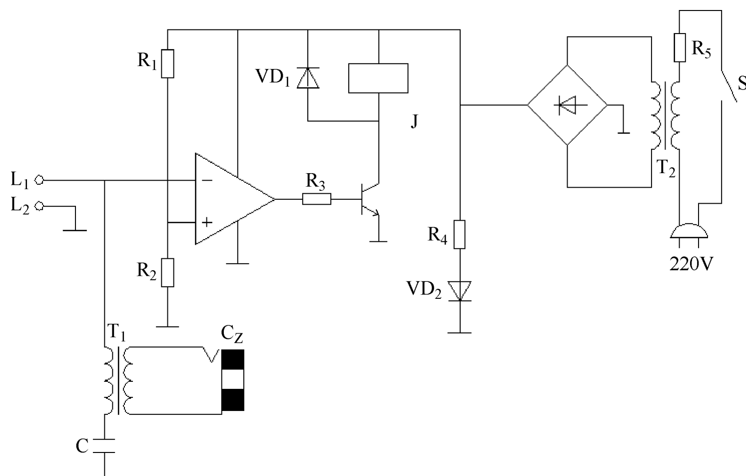


图9-13　简易录音机电路图



操作步骤

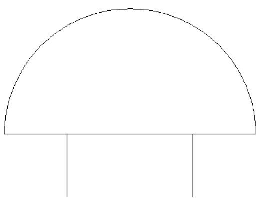
1）复制以前绘制的插座符号，如图9-14所示。

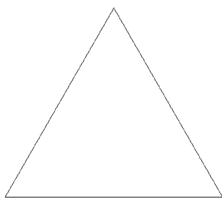
2）绘制信号输出装置。调用“绘图”工具栏中的正多边形命令按钮，绘制一个正三角形，如图9-15所示。命令提示行如下：

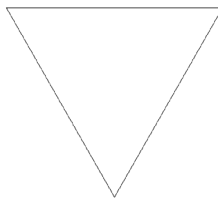
```
命令：_polygon 输入边的数目<4>： 3 //绘制的是三角形；
指定正多边形的中心点或[边(E)]： //单击屏幕一点
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)]<I>： I //输入“内接于圆”选项
指定圆的半径：10//指定圆的半径
```

3）调用“修改”工具栏中的旋转命令按钮，将画好的三角形旋转，效果如图9-16

所示，命令提示行如下：


图 9-14　插座


图 9-15　正三角形


图 9-16　旋转

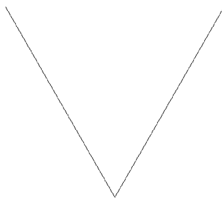
命令：_rotate：
UCS 当前的正角方向：　ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0
选择对象：指定对角点：找到 1 个　//选择三角形；
选择对象：　//回车；
指定基点：　//选择三角形左下角为基点；
指定旋转角度，或[复制(C)/参照(R)] <0>：　60　//旋转 60°。

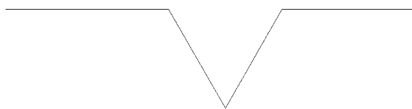
4）调用“修改”工具栏中的分解命令按钮，分解图形。

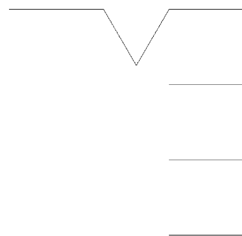
5）调用“修改“工具栏中的删除命令按钮，删除掉三角形最上面的一条直线，如图 9-17所示。

6）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，在“正交”方式下，向左绘制一条直线长度为 25，向右绘制一条直线长度为 20，如图 9-18 所示。

7）调用“修改”工具栏中的偏移命令按钮，选择图中右侧的直线为偏移对象，将此条直线向下偏移三次，间距为 20，效果如图 9-19 所示，命令提示行如下：


图 9-17　修剪直线


图 9-18　绘制直线


图 9-19　偏移直线

命令：_offset：
当前设置：删除源 = 否　图层 = 源　OFFSETGAPTYPE = 0
指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)] <5.0000>：　20　//移动距离为 20
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：　//点击选择右面的直线
指定要偏移的那一侧上的点，或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>：
//点击直线下面一点
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：
//点击选择右面第二条直线
指定要偏移的那一侧上的点，或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>：
//选择直线下一点
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)] <退出>：　//点击选择右面第二条直线



指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>:
//选择直线下一点
选择要偏移的对象,或[退出(E)/放弃(U)]<退出>: //点击选择右面第二条直线
指定要偏移的那一侧上的点,或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>:
//选择直线下一点。

8）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，绘制两条竖直线将右侧这四条直线连接起来。效果如图9-20所示。

9）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，在底部捕捉直线左端点再画一条向左侧的直线，直线长度为25。效果如图9-21所示。

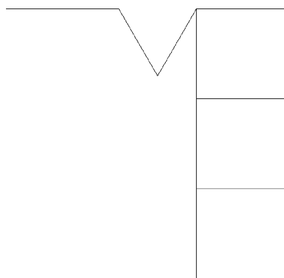


图9-20　绘制竖直线

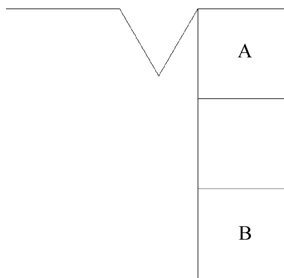


图9-21　绘制直线

10）选择主菜单栏上“绘图”/“图案填充”命令，或者单击“图案填充”命令，打开“图案填充和渐变色”对话框，按如图9-22所示设置好参数，对矩形A和B进行填充。效果如图9-23所示。



图9-22　“图案填充和渐变色”对话框

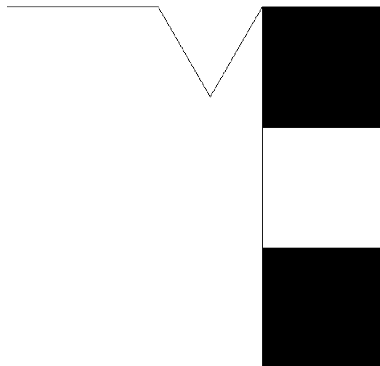
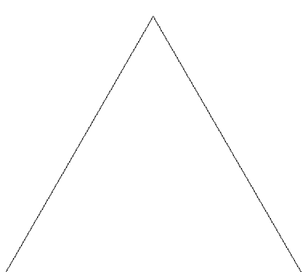


图9-23　图形填充

11）单击“绘图”工具栏中的正多边形命令按钮，绘制一个正三角形，如图 9-24 所示，进而绘制电压比较器。命令提示行如下：

命令：polygon：
输入边的数目 <3>：3 //绘制的是三角形；
指定正多边形的中心点或[边(E)]：
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)]<I>：I //选择“内接于圆”方式；
指定圆的半径： 20//画一圆，半径为 20。

12）调用“修改”工具栏中的旋转命令按钮，以三角形顶点为基点，如图 9-25 所示，将画好的三角形旋转，效果如图 9-26 所示。命令提示行如下：


图 9-24 正三角形

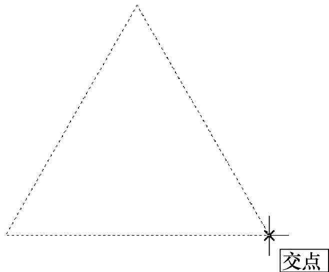


图 9-25 捕捉旋转基点

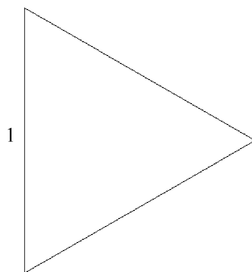


图 9-26 旋转图形

命令：_rotate：
UCS 当前的正角方向： ANGDIR = 逆时针 ANGBASE = 0
选择对象：指定对角点：找到 1 个 //选择三角形；
选择对象：
指定基点： //点击顶点；
指定旋转角度，或[复制(C)/参照(R)]<60>：30 //旋转 30°。

13）调用“修改”工具栏中的分解命令按钮，命令提示行如下：

命令：_explode：
选择对象：//选择要分解的对象；
选择对象：//回车结束操作。

执行完毕后，该三角形已经被分解成为三条直线。

14）调用“偏移”命令，将直线向右偏移 15，如图 9-27 所示。命令提示行如下：

命令：_offset：
当前设置：删除源 = 否 图层 = 源 OFFSETGAPTYPE = 0
指定偏移距离或[通过(T)/删除(E)/图层(L)]<20.0000>：15 //设置偏移距离；
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)]<退出>：选择偏移的对象直线；
指定要偏移的那一侧上的点，或[退出(E)/多个(M)/放弃(U)]<退出>：
//在直线右方单击鼠标，确定要偏移的方向完成偏移
选择要偏移的对象，或[退出(E)/放弃(U)]<退出>： //按 Enter 键

15）绘制水平直线。在“正交”绘图方式下，单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制两条平行直线，长度为 30，如图 9-28 所示。



16）单击“修改”工具栏中的修剪命令按钮，对图形进行修剪，效果如图9-29所示。

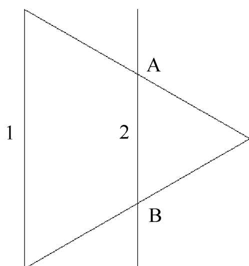


图9-27　偏移直线

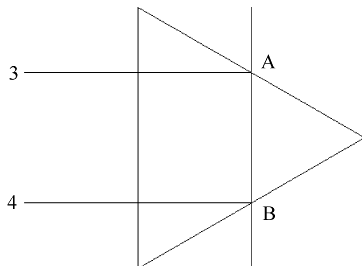


图9-28　绘制直线

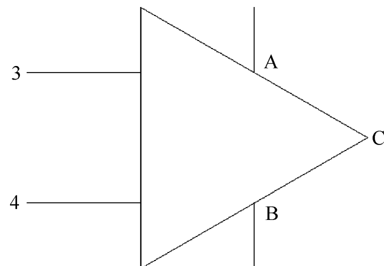


图9-29　修剪

17）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在“正交”绘图方式下，捕捉点C向右绘制长度为10的直线5，效果如图9-30所示。

18）调用“绘图”工具栏中的多行文字命令按钮，为电压比较器添加文字注释，如图9-31所示。

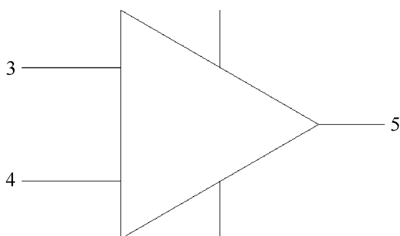


图9-30　绘制直线

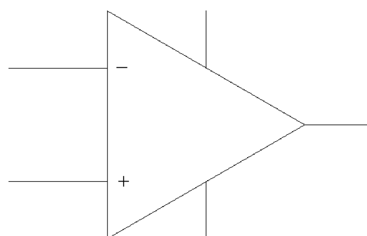


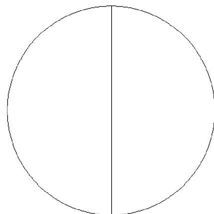
图9-31　添加符号

19）绘制直线。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，如图9-32所示，命令提示行如下：

```
命令：_line：指定第一点：  //单击屏幕上一点
指定下一点或[放弃(U)]：10  //指定直线长度
指定下一点或[放弃(U)]：  //按Enter键
```

20）绘制圆。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，如图9-33所示，命令提示行如下：


图9-32　绘制直线


图9-33　绘制圆

命令：_circle：指定圆的圆心或[三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]:2P
//选择“两点”选项
指定圆直径的第一个端点：//捕捉直线上端点
指定圆直径的第二个端点：//捕捉直线下端点

21）调用“修改”工具栏中的修剪命令按钮和删除命令按钮，将图形中的圆的左半边修剪掉并删除竖直线。效果如图 9-34 所示。

22）调用“修改”工具栏中的阵列命令按钮，对半圆进行阵列操作。效果如图 9-35 所示。

23）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，捕捉图形上端点和下端点绘制一条直线，如图 9-36 所示，并调用“平移”命令，将此直线平移，如图 9-37 所示。命令提示行如下：

命令：_move：
选择对象：找到 1 个
选择对象：
指定基点或[位移(D)]<位移>：指定第二个点或<使用第一个点作为位移>:8
//捕捉图形下端点，向右平移 8

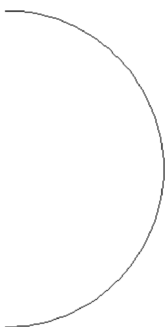


图 9-34　修剪、删除图形



图 9-35　阵列半圆

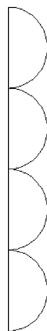


图 9-36　绘制直线

24）调用“修改”工具栏中的镜像命令按钮，对曲线进行镜像操作，如图 9-38 所示。命令提示行如下：

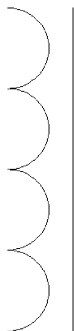


图 9-37　平移直线

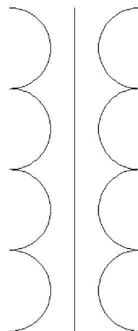


图 9-38　图形镜像



命令：mirror：
选择对象：指定对角点：找到4个
选择对象：//选择曲线；
指定镜像线的第一点：指定镜像线的第二点：//选择直线的上下两个端点；
要删除源对象吗？[是(Y)/否(N)]<N>：//按Enter键

25）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，绘制开关，画三条直线相连，长度均为10，如图9-39所示。

26）调用“修改”工具栏中的旋转命令按钮，选中中间的直线，将其旋转30°，如图9-40所示。



图9-39　绘制直线

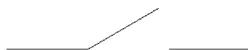


图9-40　旋转

27）组合图形，将前面画好的各元器件按一定的结构进行组合。调用“绘图”工具栏中的圆命令按钮，画两个圆，为竖直排列，半径为2，圆心相距10，如图9-41所示。

28）单击“绘图”工具栏中的直线命令按钮，在“正交”方式下，依次绘制7条直线。各直线的位置和尺寸如图9-42所示。



图9-41　圆

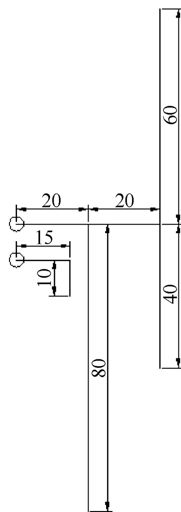


图9-42　绘制直线

29）打开菜单栏中的“插入”/“块”下拉菜单，将前面绘制好的电压比较器插入到图中去，比例为0.7，如图9-43所示。

30）以向上的一根直线终点为起点向右画四条直线，长度分别为21，以它们端点为起点向下分别画直线，长度分别为60、35、66、25、75，以电压比较器右端点为起点画一条直线，长度为31，平行于它的一条直线长度为21，如图9-44所示。

31）调用“绘图”工具栏中的正多边形命令按钮，画一个正四边形插入图中适当的位置，如图9-45所示。命令提示行如下：

命令：polygon：
输入边的数目 <4>： 4 //指定边数；
指定正多边形的中心点或[边(E)]：
输入选项[内接于圆(I)/外切于圆(C)] <C>： I //执行“内接于圆”选项
指定圆的半径： 12 //指定圆的半径

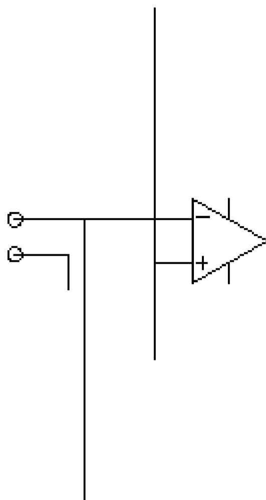


图 9-43 例图

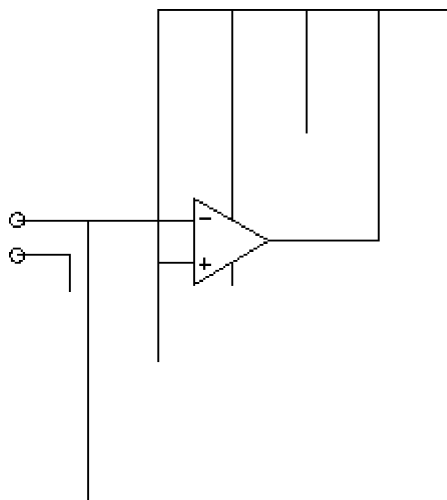


图 9-44 例图

32）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，向上画一直线，长度为 10，以图 9-45 中最右面的直线交点为起点画一直线，长度为 20。

33）以四边形的端点为起点画一条向上的直线，长度为 10，向下的直线长度为 20。向右画两条直线，长度分别为 25，连接直线长度为 58。在右侧画一个矩形，长度为 80，宽度为 20。另画一个矩形，如图 9-46 所示。命令提示行如下：

命令：_rectang：
指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]： //任意单击一点；
指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]： d//；
指定矩形的长度 <10.0000>： 20//长度 20；
指定矩形的宽度 <80.0000>： 80//宽度 80；
指定另一个角点或[面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]： //任意点击一点。

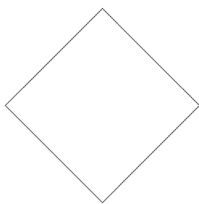


图 9-45 正四边形

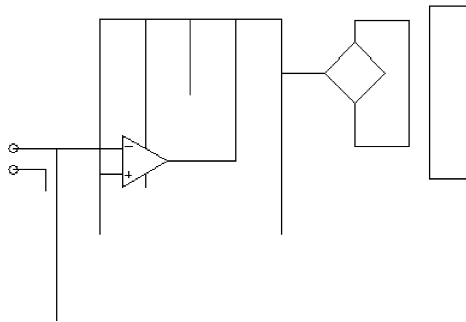


图 9-46 例图



34）插入前面所绘制的电子元器件，打开“插入”/“块”菜单，依次插入“电阻”、“电容”、“电感”、“二极管”、“开关”、“信号输出装置”等元器件。其中，电阻比例为0.3，二极管比例为0.4，电感比例为0.5，电容比例为0.3，NPN型晶体管比例为0.5，信号输出装置比例为0.35，插座比例为0.8。同时打开“正交”和“对象捕捉”按钮。打开“工具”/“块草图设置”菜单，选中“垂足”、“端点”、“交点”选项，将所画元器件对准导线，如图9-47所示。

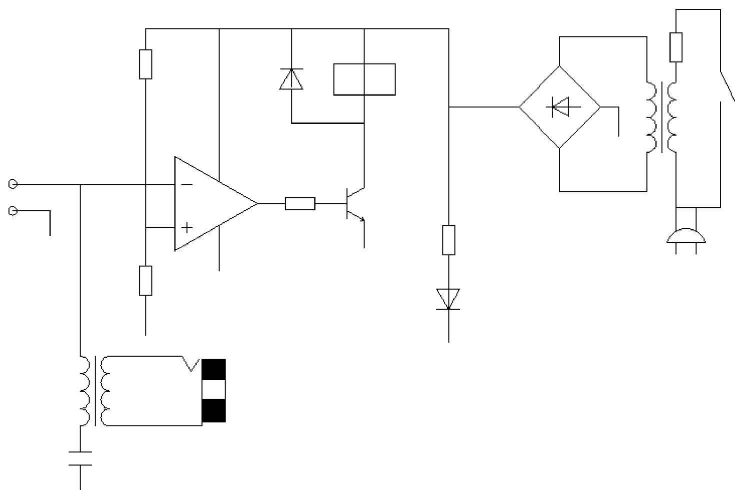


图9-47　插入元件

35）调用“修改”工具栏中的修剪命令按钮，将图中所画元器件多余的部分删除掉，如图9-48所示。

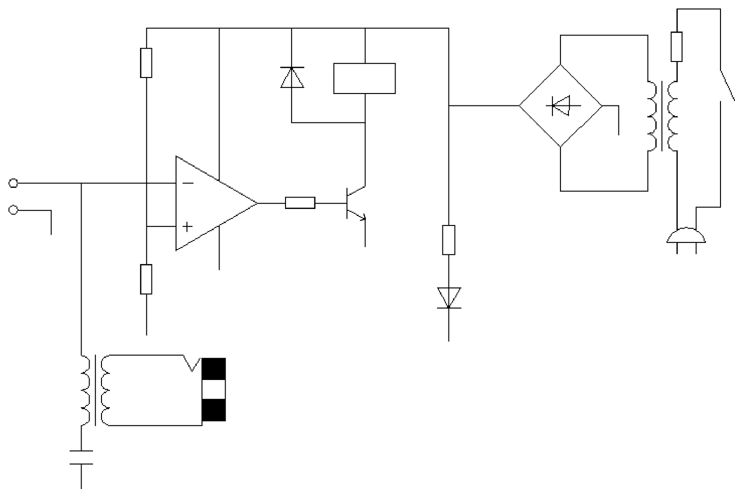


图9-48　修剪图形

36）调用“绘图”工具栏中的直线命令按钮，将电路图的各接地线画好，接地线长度为 6。将插座连接线画好。效果如图 9-49 所示。

37）调用“绘图”工具栏中的多行文字命令按钮，为各模块添加注释文字。

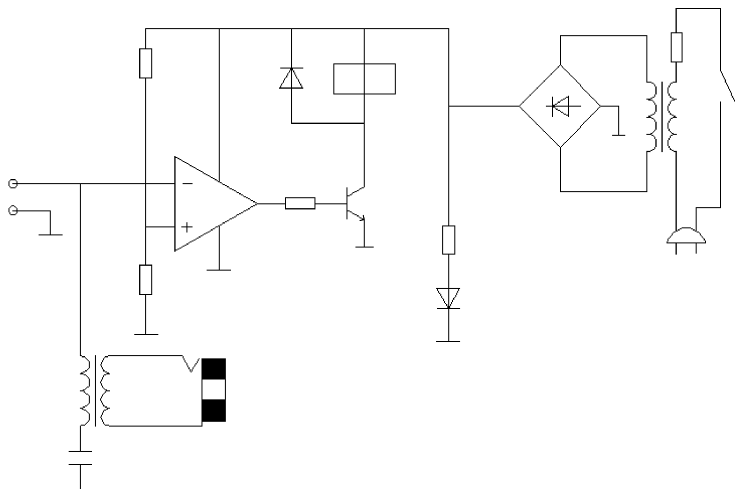


图 9-49　连接地线

9.4　本章总结

本章主要介绍了电子线路的概念、分类以及电子线路图的画法，并通过具体的设计实例来介绍电路图的特点和一般绘制方法。通过本章的学习，读者应了解和掌握电路图的基本理论，并能够利用 AutoCAD 绘制一般的电路图。

9.5　思考与练习

1. 思考题

1）何谓电子线路？

2）通常，电路有几种分类方式？

3）典型的模拟电路有哪些？

2. 操作题

1）绘制如图 9-50 所示的某数字电压表电路图。

2）绘制如图 9-51 所示效果的锁相环路图。



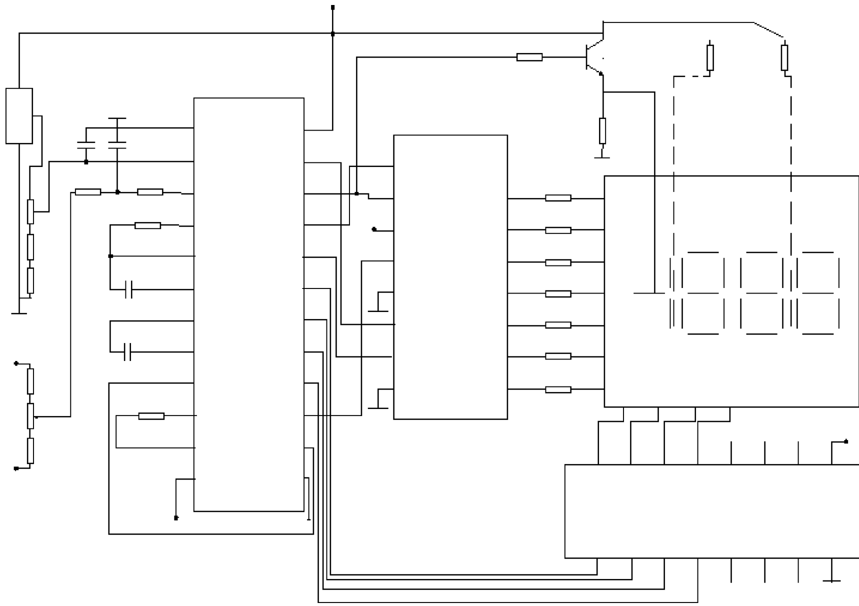


图 9-50　习题图 1

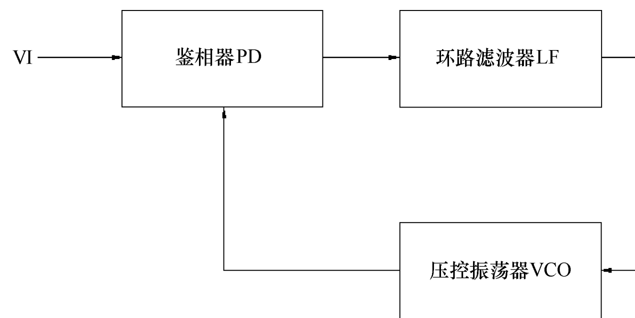


图 9-51　习题图 2

第 10 章　控制电气设计

学习目标

了解控制电气基本知识

掌握控制电气基本图形符号的绘制方法

熟悉控制电气工程图的绘制

液体自动控制器是一种常见的自动控制装置。为了提高通信和电子系统的性能指标，或者实现某些特定的要求，必须采用自动控制方式。在绘制各个元器件之前，首先要设置绘图环境，为绘制和元器件之间的连接做好准备。

低压电气部分是整个控制系统的重要组成部分，为控制系统提供开关控制、散热、工作指示和供电等，是设计整个控制系统的基础。设计者可以使用直线、矩形、圆等工具完成。



10.1　控制电气简介

控制电气作为电路中的一个重要单元，对电路功能的实现起着至关重要的作用。无论是机械电气电路、汽车电气电路，还是变电工程电路，控制电气都占据着核心位置。虽然控制电气作为一个单元在每个电路中都交织存在，但本书仍然在此把它单独作为一章，进行详细阐述。

人们所熟知的最简单的控制电气是由电磁铁、低压电源、开关、继电器等组成的。针对不同的被控对象，控制电气的组成部分也不一样。以反馈控制电气电路为例，为了提高通信和电子系统的性能指标，或者实现某些特定的要求，必须采用自动控制方式。由此，各种类型的反馈控制电路便应运而生，也成为现在应用较为广泛的控制电气图之一。在反馈控制电气电路中，比较器、控制信号发生器、可控器件和反馈网络四部分构成了一个反馈闭合回路，如图 10-1 所示。

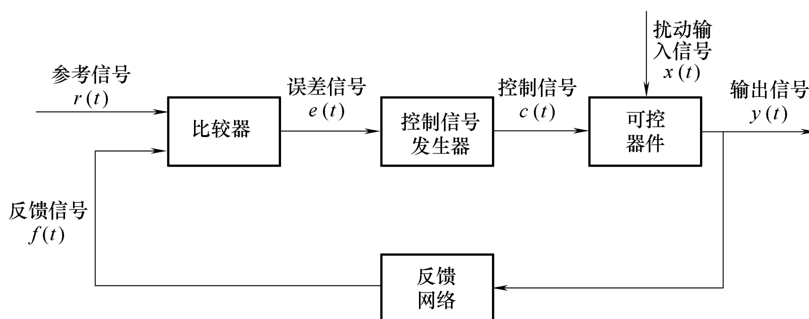


图 10-1　反馈控制系统的组成

由于各种控制电气电路的组成元器件、原理和方法以及功能的不同，于是就相应地出现了各种种类的控制电气电路图。

10.2　液位自动控制器电路原理图设计

实例文件：example\Ch10\yeweizidongkongzhi.dwg
操作录像：视频\Ch10\yeweizidongkongzhi.avi

液位自动控制器是一种常见的自动控制装置，其广泛应用于化学工业、水处理工业等领域。随着科学技术的发展，自动控制装置越来越多地被应用到各个领域，提高了设备的自动化程度，有效地改善了人员的操作条件。本节以某液位自动控制器的电路原理图为例，详细讲述液位自动控制器电路原理图的绘制方法及步骤。

1. 设置绘图环境



操作步骤

在绘制各个元器件之前，首先要设置绘图环境，为元器件绘制和元器件之间的连接做好准备，绘图环境具体绘制步骤如下：

1）建立新文件：单击下拉菜单“文件”/“新建”命令，弹出“选择样板”对话框，选

择“acadiso. dwt”后单击“打开”按钮，则返回绘图区域。设置保存路径，将新文件命名为“液位控制器原理图 . dwg”并保存。

2）设置工具栏：在任意工具栏处单击鼠标右键，在打开的快捷菜单中选择“标准”、“图层”、“对象特性”、“绘图”、“修改”和“文字”这六个选项，调出这些工具栏，并将它们移到绘图窗口中适当位置。

3）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“实体符号层”、“连接线层”和“虚线层”三个图层，各图层的颜色、线型以及线宽分别如图 10-2 所示。将“实体符号层”设置为当前图层。



图 10-2　图层设置

2. 常开按钮开关


操作步骤

1）绘制矩形：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制一个长度为 8、高度为 10 的矩形，如图 10-3 所示。

2）分解矩形：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，把矩形分解成四段直线。

3）拉伸边线：启动“正交”模式，选中图 10-4 所示的矩形中的一条边线，利用关键点分别向两个方向拉伸边线，拉伸距离为 10，如图 10-5 所示。

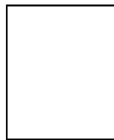


图 10-3　绘制矩形

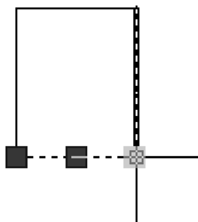


图 10-4　选中边线

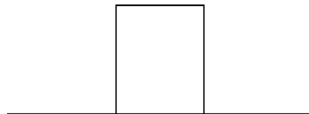


图 10-5　拉伸边线



4）绘制倾斜直线：启动“对象捕捉”和“极轴”模式，捕捉矩形的左下角点，以其为起点，绘制一条与水平线成 30°的倾斜直线，倾斜直线的终点在矩形中的右侧边线上，如图 10-6所示。

5）复制边线：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把矩形中的上侧边线向下复制一份，复制距离为 3；把矩形中的左侧边线向右复制一份，复制距离为 4，如图 10-7 所示。

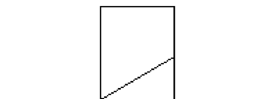


图 10-6　绘制倾斜直线

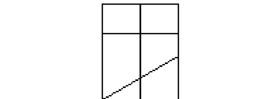


图 10-7　复制边线

6）更改图形对象的图层属性：选中复制得到的竖直直线，单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“虚线层”，将选中的竖直直线图层属性更改为“虚线层”，如图 10-8 所示。

7）修改图形：利用“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮和“删除”命令按钮，修剪并删除多余的直线，如图 10-9 所示，这样便完成了常开按钮开关图形符号的绘制。

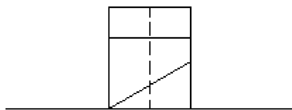


图 10-8　更改图形对象的图层属性

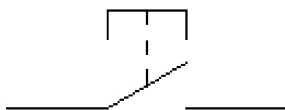


图 10-9　常开按钮开关符号

3. 常闭按钮开关



操作步骤

1）绘制矩形：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“实体符号层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制一个长度为 8、高度为 6 的矩形，结果如图 10-10 所示。

2）分解矩形：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，把矩形分解成四段直线。

3）拉伸边线：启动“正交模式”，选中矩形中的下边线，利用关键点分别向两个方向拉伸边线，拉伸距离为 10，结果如图 10-11 所示。

4）拉伸边线：启动“正交模式”，选中矩形中的右边线，利用关键点向下拉伸边线，长度为 5，结果如图 10-12 所示。



图 10-10　绘制矩形



图 10-11　拉伸边线

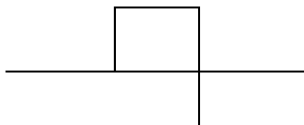
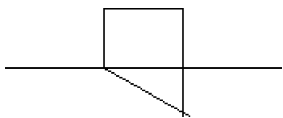


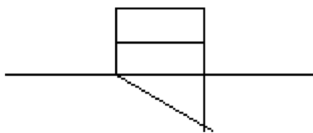
图 10-12　拉伸边线

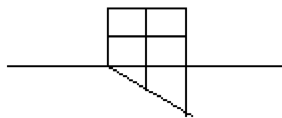
5）绘制倾斜直线：启动“对象捕捉”和“极轴”，捕捉矩形的左下角点，以其为起点，绘制一条与水平线成 –30°、长度为 10 的倾斜直线，结果如图 10-13 所示。

6）复制边线：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把矩形中的上侧边线向下复制一份，复制距离为 3，结果如图 10-14 所示。

7）绘制竖直直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉矩形中的上边线中点作为起点，向下绘制竖直直线，使直线与倾斜直线相交，结果如图 10-15 所示。

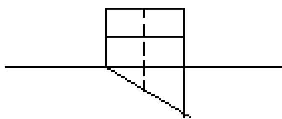

图 10-13　绘制倾斜直线

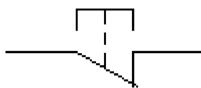

图 10-14　复制边线


图 10-15　绘制竖直直线

8）更改图形对象的图层属性：选中上步中绘制的竖直直线，单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“虚线层”，将选中的竖直直线图层属性更改为“虚线层”，结果如图 10-16 所示。

9）修改图形：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮和“删除”命令按钮，修剪并删除多余的直线，结果如图 10-17 所示，这样便完成了常闭按钮开关图形符号的绘制。


图 10-16　更改图形对象的图层属性


图 10-17　常闭按钮开关符号

4. 双位开关

操作步骤

1）绘制竖直直线：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“实体符号层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制长度为 15 的竖直直线。

2）绘制等边三角形：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉竖直直线的上端点作为起点，绘制一条长 15，与竖直直线成 60°的倾斜直线；然后捕捉竖直直线的下端点，这样就构成了一个长度为 15 的等边三角形，如图 10-18 所示。

3）绘制圆：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，分别以等边三角形的三个顶点为圆心，绘制直径为 4 的圆，如图 10-19 所示。

4）绘制水平线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以左侧圆的左象限点为起点，向左绘制长度为 10 的水平线，如图 10-20 所示。

5）删除直线：单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除掉多余的直线，



如图10-21所示。

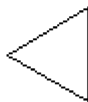


图10-18　绘制等边三角形

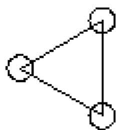


图10-19　绘制圆

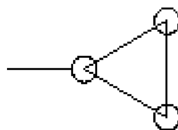


图10-20　绘制水平线

6）绘制倾斜直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以左侧圆的右象限点为起点绘制直线，使直线与上面圆的下边缘相切。然后选中该直线，利用关键点向斜上方拉伸直线，长度为2，结果如图10-22所示，这样便完成了双位开关图形符号的绘制。

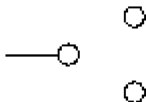


图10-21　删除直线

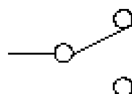


图10-22　双位开关符号

5. 电极探头开关



操作步骤

1）绘制水平和竖直直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制如图10-23所示长度为8的水平直线和长度为5的竖直直线。

2）绘制倾斜直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以水平直线的左端点为起点，绘制与水平直线成−30°、长度为10的倾斜直线，效果如图10-24所示。

3）绘制竖直直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉水平直线中点为起点，向下绘制竖直直线使终点落在倾斜直线上，结果如图10-25所示。



图10-23　绘制水平和竖直直线

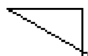


图10-24　绘制倾斜直线

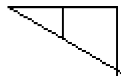


图10-25　绘制竖直直线

4）拉伸直线：选中水平直线，利用关键点沿水平分别向两个方向拉伸直线，长度为10，结果如图10-26所示。

5）修剪直线：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，修剪掉多余的直线，效果如图10-27所示。

6）绘制矩形线框：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“虚线层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制边长为15的正方形；然后单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，移动正方形，使图形显示如图10-28所示，这样便完成了电极探头开关符号的绘制。

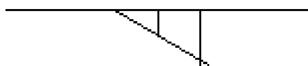
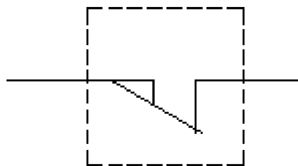

图 10-26 拉伸直线


图 10-27 修剪直线

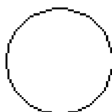

图10-28 电极探头开关符号

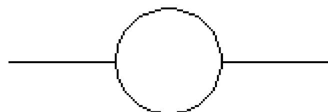
6. 信号灯

 **操作步骤**

1）绘制圆：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“实体符号层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制一个半径为 5 的圆，效果如图 10-29 所示。

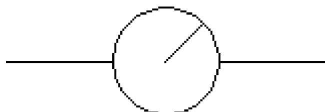
2）绘制引线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以圆的右边象限点作为起点，向右水平绘制长度为 10 的直线；然后重新启用“直线”命令按钮，以圆的左边象限点作为起点，向左水平绘制长度为 10 的直线，结果如图 10-30 所示。

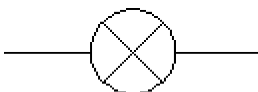

图 10-29 绘制圆


图 10-30 绘制引线

3）绘制灯芯：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以圆心作为起点，绘制一条与水平方向成 45°、长度为 5 的倾斜直线，如图 10-31 所示。

4）阵列倾斜直线：单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，屏幕出现“阵列”对话框，选择“环形阵列”选项，选择倾斜直线为阵列对象，选择圆心作为阵列中心，设置“项目总数”为 4，“填充角度”为 360，效果如图 10-32 所示，这样便完成了信号灯符号的绘制。


图 10-31 绘制灯芯


图 10-32 信号灯符号

7. 电源接线端

 **操作步骤**

1）绘制圆：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制一个直径为 4 的圆，效果如图 10-33 所示。

2）捕捉切点：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉下方切点，如



图10-34所示。向下绘制长度为10的直线，这样便完成了电源接线端符号的绘制。结果如图10-35所示。

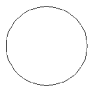


图10-33　绘制圆

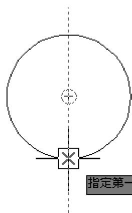


图10-34　捕捉下方切点

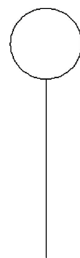


图10-35　电源接线端符号

8. 线圈

单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，在绘图区域内适当位置绘制一个长度为12，宽度为8的矩形，表示线圈符号，如图10-36所示。



图10-36　线圈符号

9. 布置和连接元器件



操作步骤

1）布置元器件：单击“修改”工具栏中的“移动”、“复制”和“旋转”等命令，把上述绘制的元器件符号按照整齐美观进行布置，如图10-37所示。

2）连接元器件：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“连接线层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接各个元器件，如图10-38所示。

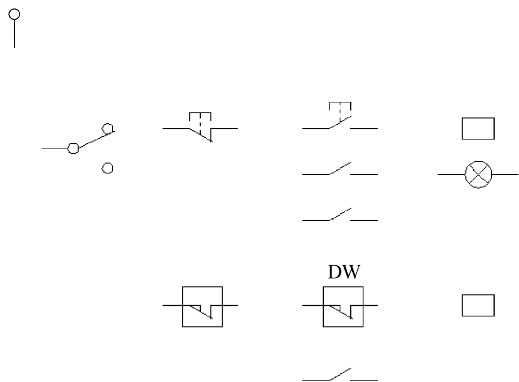


图10-37　布置元器件

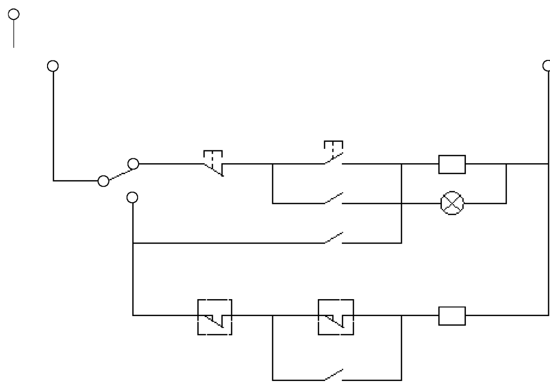


图10-38　连接元器件

3）绘制线路交点：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制直径为1.5的圆。再单击“绘图”工具栏中的“图案填充和渐变色”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，设置“图案”选项为“SOLID”，为$\phi1.5$圆填充剖面符号。然后单击“修

改”工具栏中的“移动”和“复制”等命令，把交点符号移动到线路交点上，如图 10-39 所示。

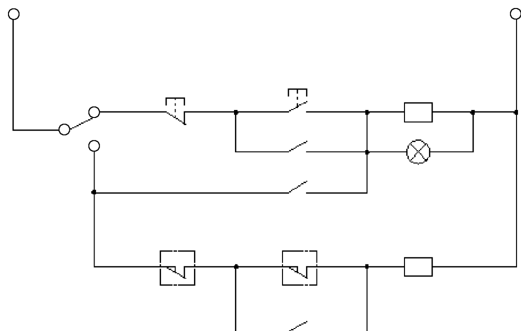


图 10-39　绘制线路交点

10. 添加注释



操作步骤

1）绘制交流符号线框：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长度为 12，高度为 5 的矩形。再单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解矩形。然后单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，设置“行”为 1、“列”为 3、“列偏移”为 4，选择矩形中的左侧竖直边为阵列对象进行阵列，效果如图 10-40 所示。

2）绘制交流符号：单击“绘图”工具栏中的“样条曲线”命令按钮，以交流符号线框左下角点为起点，下一点为图 10-41 所示交点。如此上下捕捉交点，绘制出如图 10-42 所示的交流符号。然后单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除所有直线，如图 10-43 所示。



图 10-40　绘制交流符号线框

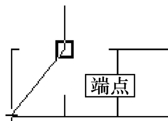


图 10-41　捕捉交点

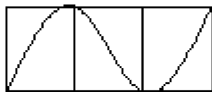


图 10-42　绘制交流符号



图 10-43　修整图形

3）创建文字样式：单击“文字”工具栏中的“文字样式”命令按钮，弹出“文字样式”对话框，单击“新建（N）…”命令，新建一个名为“注释”的新文字样式，参数设置如图 10-44 所示，把“注释”文字样式置为当前，关闭“文字样式”对话框。

4）添加和移动注释：单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，输入各个文字注释。然后单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，调整各个注释位置，使注



图 10-44　设置文字样式

释显示整齐美观，最终结果如图 10-45 所示。

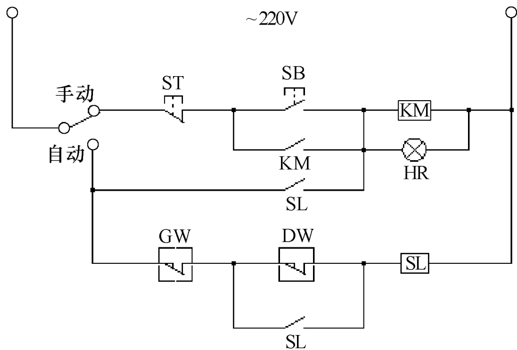


图 10-45　液位自动控制器电路原理图

> ☞ 本节以某液位自动控制器的电路原理图为例，详细讲述了液位自动控制器电路原理图的绘制方法及步骤。液位自动控制器电路原理图主要由各种元器件组成，因此首先需要分别绘制各个元器件，然后布置各个元器件，并用连线连接各个元器件，表示各元器件之间的逻辑连接关系。为了增强原理图的阅读，对各个元器件添加了文字说明。

10.3　两自由度工作台控制系统设计

两自由度工作台能够实现 X、Y 方向两维运动，在结构上采用串联形式，采用直流伺服电动机驱动，通过齿轮传动把直流伺服电动机的转动传递到滚珠丝杠上，工作台固定在与滚珠丝杠相配合的螺母上，从而通过滚珠丝杠的转动带动了工作台的移动。由于是两自由度独立运动，因此需要两个直流伺服电动机驱动，控制方法上采用半闭环控制。

10.3.1 两自由度工作台控制系统图设计

实例文件：example\Ch10\liangziyoudu.dwg
操作录像：视频\Ch10\liangziyoudu.avi

控制系统图设计包括控制系统结构图和控制系统框图两部分内容。结构图反映了两自由度工作台的工作原理、传动形式和控制方式，是了解工作台整体情况的第一手资料。控制系统框图反映了控制系统硬件的基本组成。

1. 绘制控制系统结构图



操作步骤

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso.dwt”样板，单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将新文件命名为“两自由度工作台控制系统结构图.dwg”并保存。

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令，设置“实线层”、“中心线层”和“注释层”三个图层，各图层的颜色、线型和线宽如图 10-46 所示，并将“实线层”设置为当前图层。



图 10-46 设置图层

3）绘制矩形：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长度为 10，宽度为 8 的矩形，如图 10-47 所示。

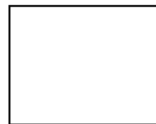


图 10-47 绘制矩形

4）阵列矩形：单击“修改”工具栏上的“阵列”命令按钮，弹出“阵列”对话框，参数设置如图 10-48 所示。阵列上步绘制的矩形，如图 10-49 所示。

5）绘制滚珠丝杠：单击“绘图”工具栏中的“样条曲线”命令按钮，以最左矩形的左下角点为起点，下一点为图 10-50 所示捕捉的交点，再下一点为图 10-51 所示捕捉的交点。如此上下捕捉交点，绘制出图 10-52 所示的光滑曲线，表示滚珠丝杠图形符号。



图 10-48　设置“阵列”对话框

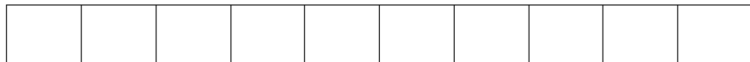


图 10-49　阵列矩形

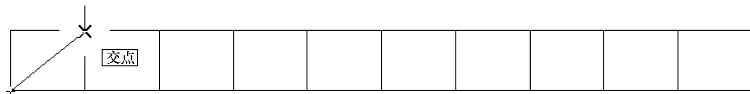


图 10-50　捕捉交点

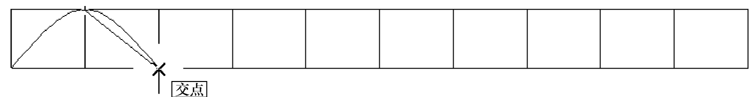


图 10-51　捕捉交点

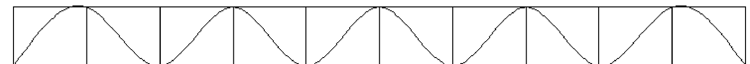


图 10-52　滚珠丝杠符号

6）绘制中心线：单击“图层”工具栏中的下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“中心线层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以最左面矩形的左边线中点为起点，以最右面矩形的右边线中点为终点绘制一条水平中心线，如图 10-53 所示。

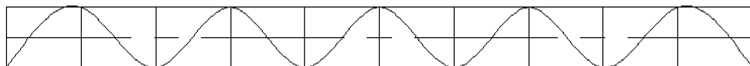


图 10-53　绘制中心线

7）删除矩形：单击“修改”工具栏上的“删除”命令按钮，删除所有矩形，如图 10-54 所示，表示滚珠丝杠图形符号。

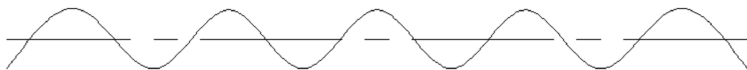


图 10-54　滚珠丝杠符号

8）绘制工作台：单击“图层”工具栏中的下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“实线层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以中心线左端点为第一个角点，采用相对输入法@100，40，绘制一个长度为100，宽度为40的矩形，如图10-55所示，表示 *X* 方向工作台。

9）移动矩形：单击“修改”工具栏上的“移动”命令按钮，启动“正交”模式，向下移动上步绘制的矩形，移动距离为20，如图10-56所示。

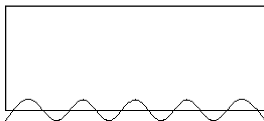


图 10-55　绘制工作台

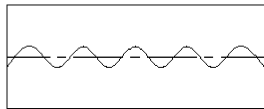


图 10-56　移动矩形

10）绘制齿轮：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以中心线右端点为第一个角点，采用相对输入法@5，10，绘制一个长度为5，宽度为10的矩形，如图10-57所示，表示齿轮。

11）移动矩形：单击“修改”工具栏上的“移动”命令按钮，采用相对输入法@10，－5，向右下方移动上步绘制的矩形，如图10-58所示。

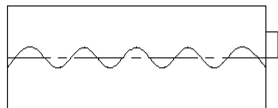


图 10-57　绘制齿轮

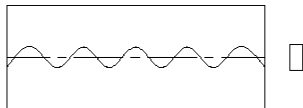


图 10-58　移动矩形

12）复制矩形：单击“修改”工具栏上的“复制”命令按钮，把矩形向上复制一份，使两个矩形的一条边线重合，如图10-59所示，表示两个齿轮啮合。

13）绘制电动机：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以复制矩形的右下角点为第一个角点，采用相对输入法@20，15，绘制一个长度为20，宽度为15的矩形，如图10-60所示，表示直流伺服电动机。

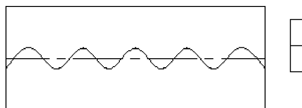


图 10-59　复制矩形

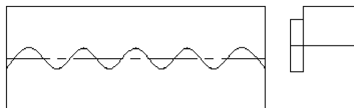


图 10-60　直流伺服电动机符号



14）移动矩形：单击“修改”工具栏上的“移动”命令按钮，采用相对输入法@5，-2.5，向右下方移动上步绘制的矩形，如图 10-61 所示。

15）绘制码盘：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以电动机图形符号的右下角点为第一个角点，采用相对输入法@5，15，绘制一个长度为 5，宽度为 15 的矩形，如图 10-62 所示，表示码盘，完成了 *X* 轴运动方向各组成单元的布置。

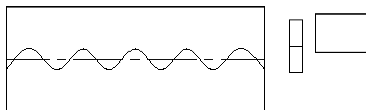


图 10-61　移动矩形

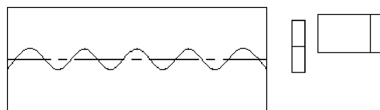


图 10-62　码盘符号

16）连接各单元：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，分别连接滚珠丝杠和齿轮，连接齿轮和电动机，如图 10-63 所示，表示两者之间机械上是相连的。至此完成了 *X* 轴自由度结构图的绘制。

17）生成 *Y* 轴自由度结构图：单击“修改”工具栏上的“复制”命令按钮，把上述绘制的 *X* 轴自由度结构图复制一份。然后利用“修改”工具栏上的“旋转”命令按钮，把复制图形顺时针旋转 90°，如图 10-64 所示，生成了 *Y* 轴自由度结构图。

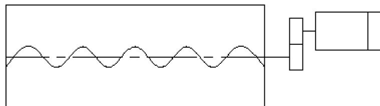


图 10-63　*X* 轴自由度结构图

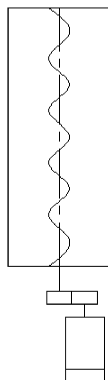


图 10-64　*Y* 轴自由度结构图

18）移动 *Y* 轴自由度结构图：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，移动 *Y* 轴自由度结构图，使 *X*、*Y* 轴结构交错在一起，如图 10-65 所示。

19）修改图形：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，修剪掉两个结构图中的重叠部分，如图 10-66 所示，至此完成了两自由度工作台机械结构简图的绘制。

20）绘制和布置功能框：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制位置控制器和速度控制器功能框，并使用“修改”工具栏上的“移动”命令按钮，排布各功能框，如图 10-67 所示。

21）绘制逻辑连接关系：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制箭头，按信号流向绘制各元件之间的逻辑连接关系，如图 10-68 所示。

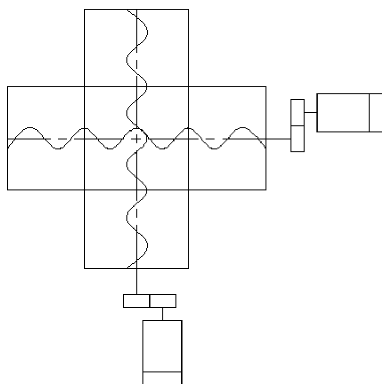


图 10-65　移动 Y 轴自由度结构图

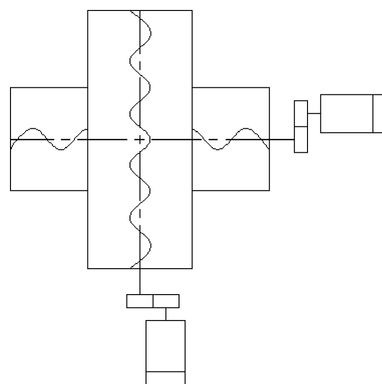


图 10-66　两自由度工作台机械结构简图

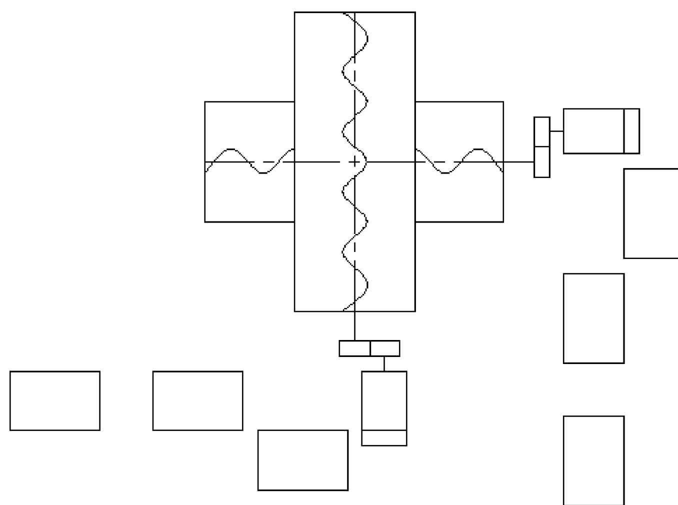


图 10-67　绘制和布置功能框

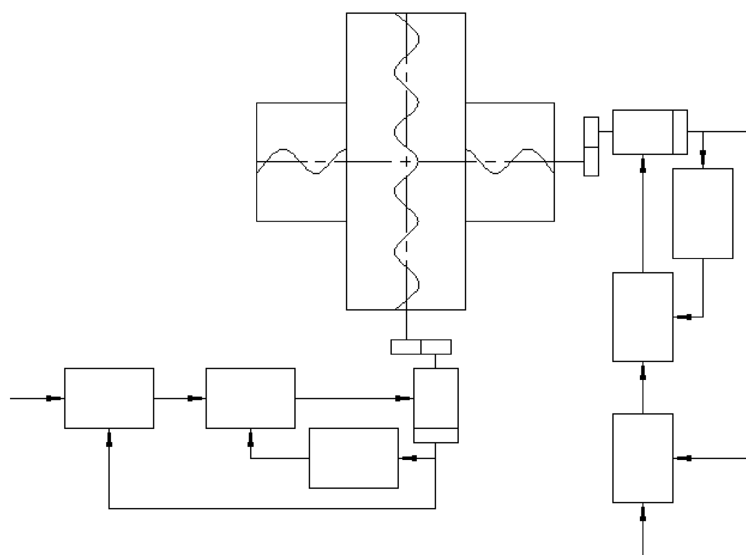


图 10-68　绘制逻辑连接关系



22）添加注释：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“注释层”，使其成为当前图层；然后单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，为各个元器件标上文字注释，如图 10-69 所示。

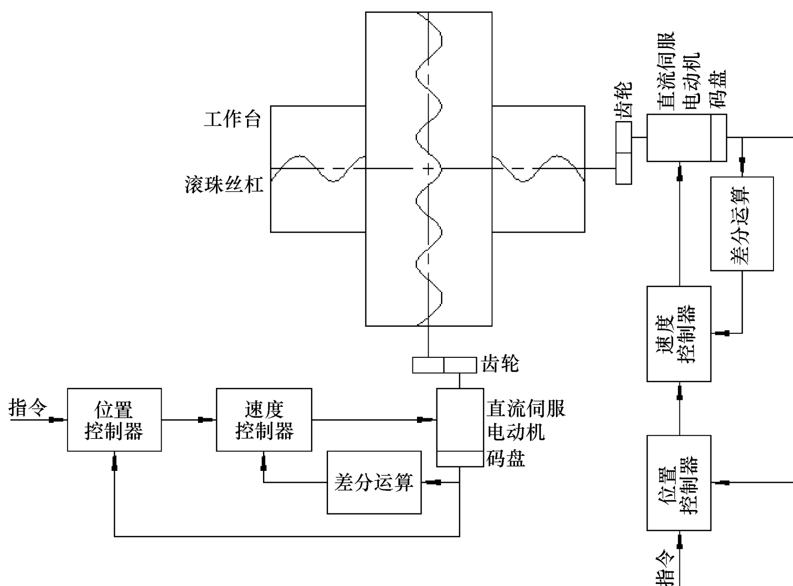


图 10-69　添加注释

2. 绘制控制系统框图



操作步骤

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso. dwt”样板，单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将新文件命名为“两自由度工作台控制系统框图 . dwg”并保存。

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“元件层”和“文字说明层”两个图层，图层的线型为“continuous”，线宽为“默认”，并将“元件层”设置为当前图层。

3）绘制和布置功能框：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制各功能模块。然后单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，排布各功能模块，使各模块排布整齐，如图 10-70 所示。各矩形的长宽尺寸分别为 60×30、80×30 和 40×30。

4）添加文字说明：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“文字说明层”，使其成为当前图层；然后单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，在上述功能框内添加文字说明，如图 10-71 所示。

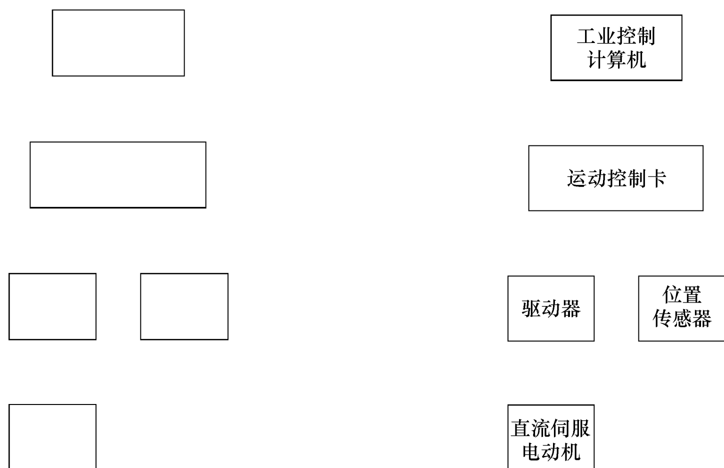


图 10-70　绘制和布置功能框　　　图 10-71　添加文字说明

5）绘制双向箭头：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示操作，绘制如图 10-72 所示的双向箭头。在命令行中输入内容如下：

命令：_pline

指定起点：_mid

当前线宽为 0.0000

指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：<正交　开>w

指定起点宽度<0.0000>：

指定端点宽度<0.0000>：2

指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：10

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：w

指定起点宽度<2.0000>：0

指定端点宽度<0.0000>：

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：10

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：w

指定起点宽度<0.0000>：2

指定端点宽度<2.0000>：0

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：10

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：

6）复制双向箭头：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把上步绘制的双向箭头复制三份，生成另外三条连接线，如图 10-73 所示，即得到了控制系统框图。

10.3.2　低压电气设计

低压电气部分是整个控制系统的重要组成部分，为控制系统提供开关控制、散热、工作指示和供电等，是设计整个控制系统的基础。其具体绘制过程如下：

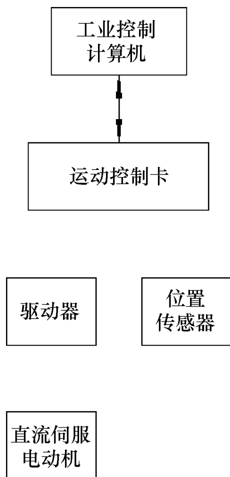


图 10-72　绘制双向箭头

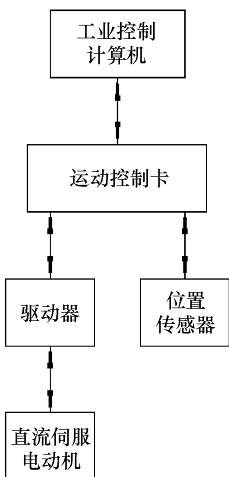


图 10-73　控制系统框图

操作步骤

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso. dwt”样板，单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将新文件命名为“两自由度工作台控制系统 . dwg”并保存。

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“低压电气层”、“虚线层”和“文字说明层”三个图层，各图层的颜色、线型和线宽如图 10-74 所示，并将“低压电气层”设置为当前图层。



图 10-74　设置图层

3）绘制手动开关：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制连接到电源线的开关，如图 10-75 所示。然后使用“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把多

段线向下复制一份，如图 10-76 所示。低压电气部分为 220V 交流供电，两条引线分别表示相线和零线。



图 10-75 绘制多段线



图 10-76 复制多段线

4）修改多段线：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解上步中绘制的多段线。然后使用“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除两条竖直直线，如图 10-77 所示。

5）绘制手动按钮：在上述绘制手动开关的基础上，添加手动按钮。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，通过下面多段线中的倾斜中点向上绘制竖直直线，然后绘制水平直线，如图 10-78 所示。使用“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以竖直直线为镜像线，把水平直线镜像复制一份，如图 10-79 所示。

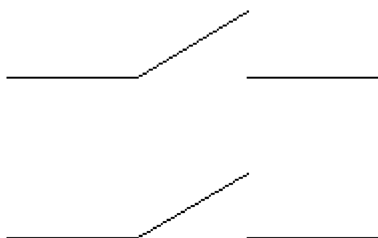


图 10-77 修改多段线

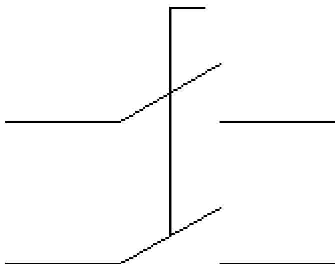


图 10-78 绘制折线

6）更改图形对象的图层属性：选中上步中绘制的竖直直线，单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“虚线层”，将选中的竖直中线图层属性更改为“虚线层”，效果如图 10-80 所示，即完成了手动开关图形符号的绘制。

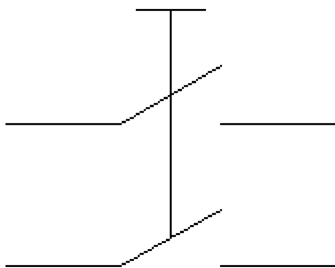


图 10-79 镜像水平直线

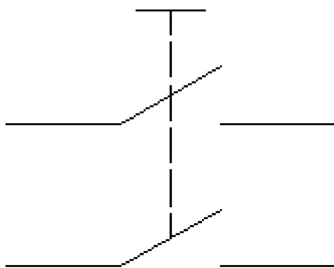


图 10-80 手动开关符号



7）绘制断路器：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长、宽分别为50、60的矩形，表示断路器。然后使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把矩形移动到手动开关的右侧，如图10-81所示。

8）绘制供电电源线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在断路器图形符号的右侧绘制供电电源线，如图10-82所示，为用电元器件或控制元器件提供电源。

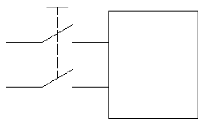


图10-81　绘制断路器

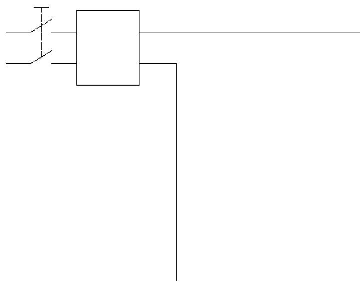


图10-82　绘制供电电源线

9）绘制继电器触点：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制继电器触点轮廓，如图10-83所示。然后使用“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解多段线。再使用“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除竖直直线，如图10-84所示。

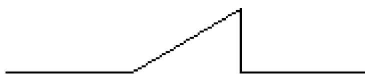


图10-83　绘制多段线

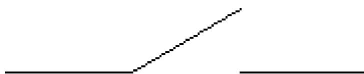


图10-84　修改多段线

10）绘制触点：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，在上步分解后的多段线线段端点绘制直径为3的圆，如图10-85所示。

11）移动触点：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，以上步绘制圆的左象限点作为基点，以多段线端点作为目标点，把圆向右移动，如图10-86所示。

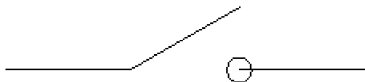


图10-85　绘制圆

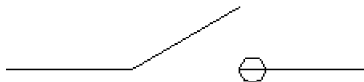


图10-86　移动圆

12）修改触点：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以多段线作为修剪边，修剪掉下半圆，如图10-87所示，完成以上步骤即得到了继电器触点图形符号。

13）绘制继电器线路：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制继电器符号。然后使用“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，插入前面章节中绘制完成的常开按钮开关、常闭按钮开关。最后利用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把常开按钮开关、常闭按钮开关、继电器触点和继电器符号连接成继电器线路，如图10-88所示。当常开按钮开关接通时，继电器得电，继电器常开触点闭合。在常开按钮开关断开的情况

下，继电器触点能够维持继电器得电，达到自锁的目的。当常闭按钮开关断开时，继电器线路失电，所有由继电器常开触点控制的线路都会失电。

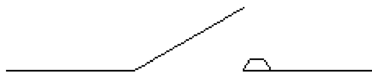


图 10-87　继电器触点

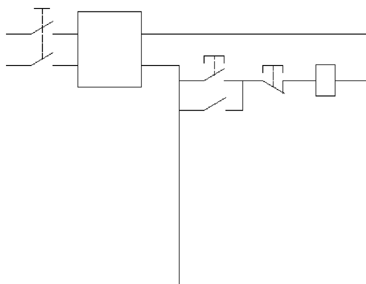


图 10-88　继电器线路

14）绘制开机指示线路：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把前面绘制的继电器触点复制一份。然后单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，插入前面章节中绘制完成的指示灯符号。最后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把继电器触点和指示灯连接到供电线路中，如图 10-89 所示，组成开机指示线路。当继电器常开触点闭合时，开机指示灯亮。

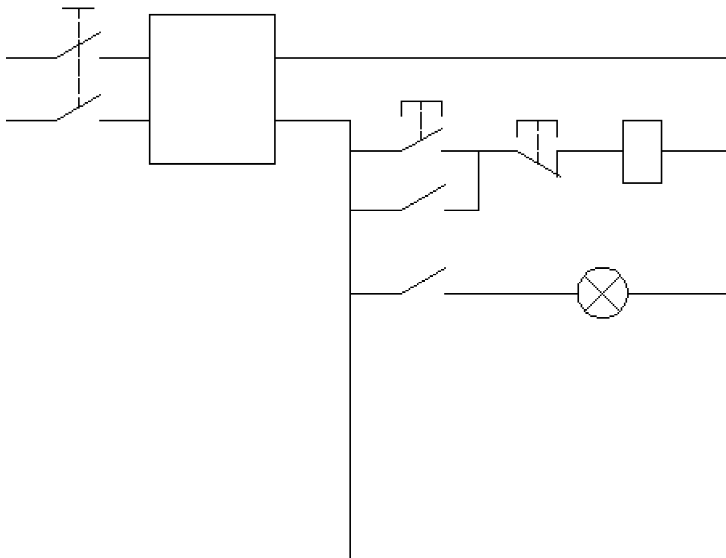


图 10-89　开机指示线路

15）绘制控制开关电源线路：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把前面绘制的继电器触点复制一份。然后使用“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制两个矩形，表示两个开关电源。最后使用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把继电器触点和开关电源连接到供电线路中，如图 10-90 所示，组成控制开关电源线路。当继电器常开触点闭合时，开关电源接通，为主控系统供电。

16）绘制排风扇线路：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制一个圆，表



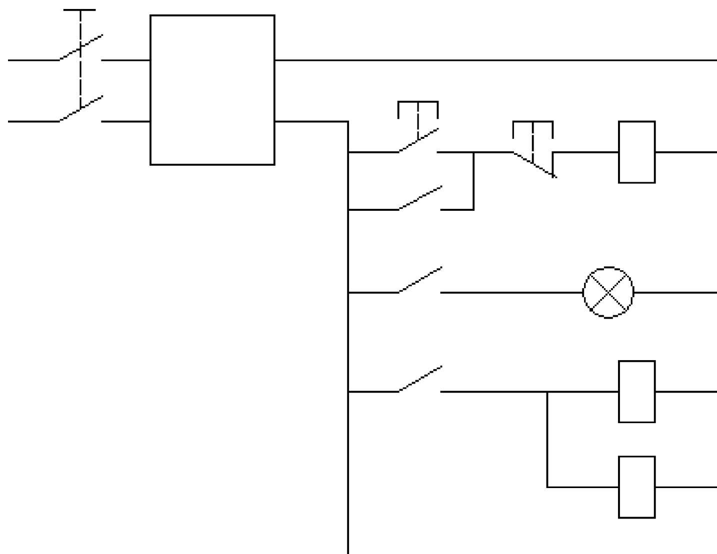


图 10-90　开关电源线路

示排风扇。最后使用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把排风扇连接到供电线路中，如图 10-91 所示，组成排风控制线路。

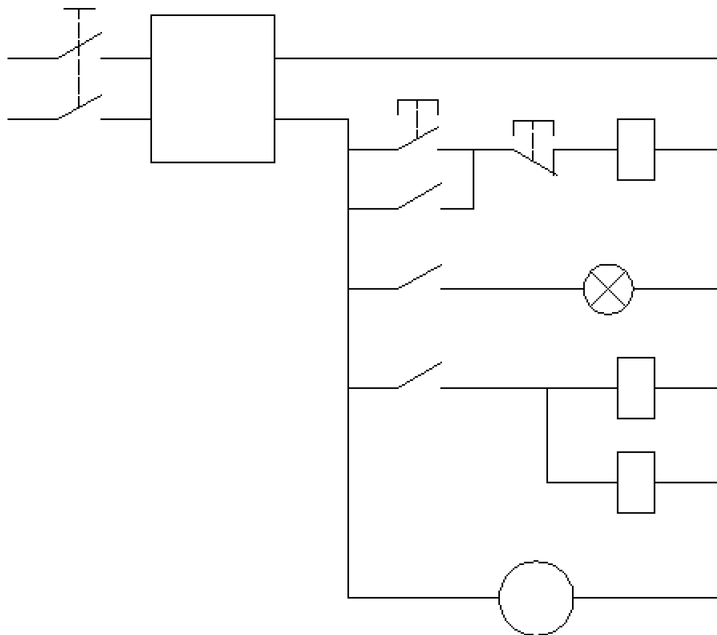


图 10-91　排风控制线路

17）绘制线路交点：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制半径为 1 的圆。然后使用“绘图”工具栏中的“图案填充和渐变色”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，参数设置如图 10-92 所示，为 $\phi2$ 圆填充剖面符号。最后，使用“修改”

工具栏中的“移动”命令按钮和“复制”命令按钮，把交点符号移动到各线路交点上，如图 10-93 所示。



图 10-92 “图案填充和渐变色”对话框

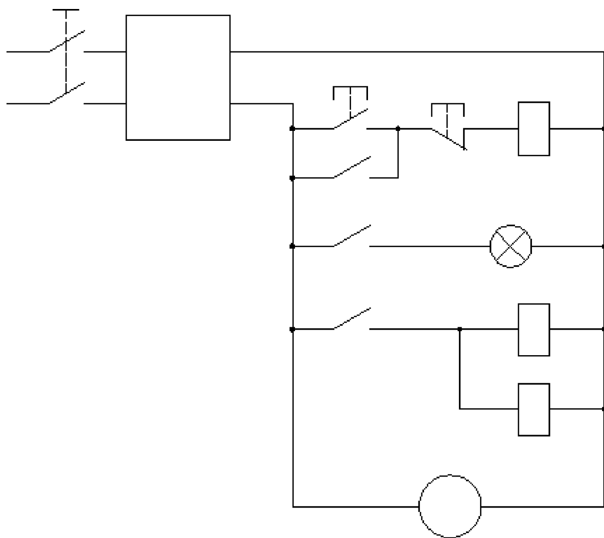


图 10-93 绘制线路交点

18）添加和移动文字说明：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“文字说明层”。然后单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，输入

各个文字注释。最后使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，调整各个注释位置，使注释显示整齐美观。这样就完成了低压电气图的设计工作，如图 10-94 所示。

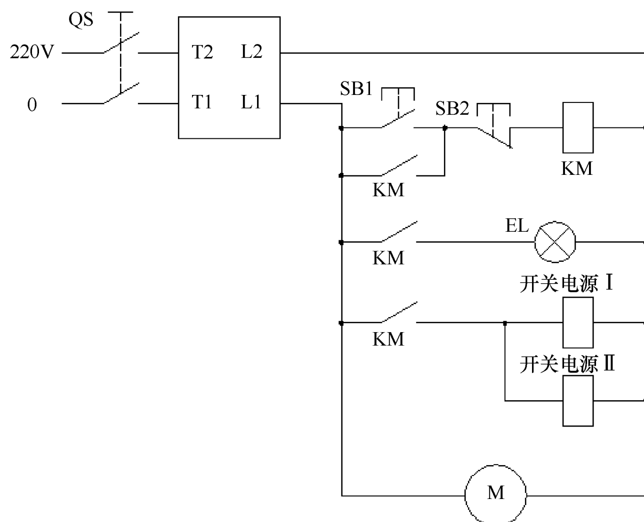


图 10-94　低压电气图

10.3.3　主控系统设计

两自由度工作台主控系统由一台工业控制计算机控制两个独立部分，两部分基本结构和工作原理完全相同。每个部分包括运动控制卡、驱动器和直流伺服电动机三个组成单元。运动控制卡采集码盘返回的角度位置信号，根据角度位置信号，运动控制卡发出控制脉冲，输入给驱动器，控制直流伺服电动机运转，实现半闭环控制。主控系统设计步骤如下：

1. 设置绘图环境


操作步骤

1）打开已有文件：单击“标准”工具栏中的“打开”命令按钮，打开“两自由度工作台控制系统 . dwg”文件。

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“主控系统层”图层，线型和线宽采用默认，并将“主控系统层”设置为当前图层。

2. 绘制运动控制卡和驱动器


操作步骤

1）绘制运动控制卡：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长度为 80，宽度为 40 的矩形，如图 10-95 所示，表示运动控制卡符号。

2）绘制驱动器：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长度为 60，宽度为 40 的矩形，如图 10-96 所示，表示驱动器符号。





图 10-95　运动控制卡　　　　图 10-96　驱动器

3）移动驱动器：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把驱动器移动到运动控制卡的正下方，如图 10-97 所示。

4）绘制运动控制卡和驱动器之间连接的电缆：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，按命令行的提示操作，绘制运动控制卡和驱动器之间的连接电缆，如图 10-98 所示。在命令行中输入内容如下：

```
命令：_pline
指定起点：_mid
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：w
指定起点宽度 <0.0000>：5
指定端点宽度 <5.0000>：5
指定下一个点或[圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：_mid
指定下一个点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：
```

5）添加和移动文字说明：单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，输入运动控制卡和驱动器文字说明。然后使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，适当调整文字说明的位置，使文字说明显示整齐，如图 10-99 所示。

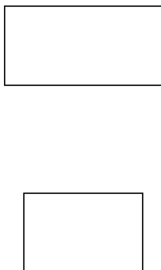


图 10-97　移动驱动器

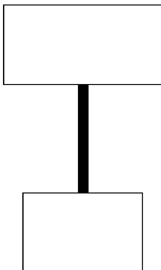


图 10-98　运动控制卡和驱动器之间的连接电缆

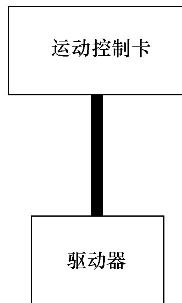


图 10-99　添加注释

6）创建运动控制卡和驱动器图块：单击“绘图”工具栏中的“创建块”命令按钮，将以上绘制的图形创建为图块，名称为“运动控制卡和驱动器”，便于后面系统设计时调用。

3．绘制直流伺服电动机符号



操作步骤

1）绘制矩形：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长度为30，宽度为60的矩形，如图10-100所示，表示码盘。

2）绘制圆：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，捕捉矩形右侧边中点为基点向右输入圆心位置45，如图10-101所示。绘制半径为25的圆，如图10-102所示。

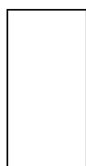


图10-100　绘制码盘

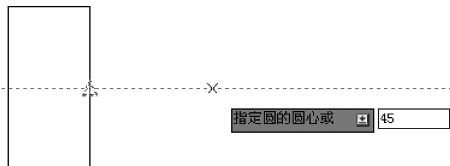


图10-101　复制矩形

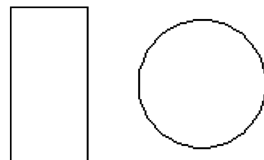


图10-102　绘制圆

3）绘制电动机引线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，分别以圆形的切点为起点，绘制长度为15的直线，如图10-103所示，表示电动机的引线。

4）绘制码盘引线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在表示码盘符号矩形的右边线处绘制如图10-104所示的四条水平直线，表示码盘引出线。

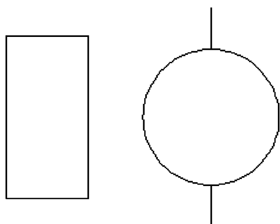


图10-103　电动机引线

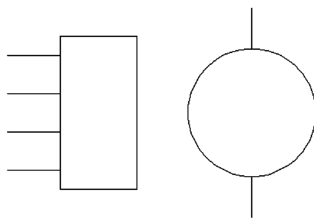


图10-104　码盘引线

5）绘制码盘和电动机之间连线：单击“图层”工具栏中下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“虚线层”，使其成为当前图层。然后使用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接码盘边线和电动机中心，如图10-105所示，表示码盘和直流伺服电动机之间机械上是相连的。

6）添加和移动文字说明：单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮，输入各个文字注释。然后使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，调整各个注释位置，使注释显示整齐美观，如图10-106所示，至此完成了直流伺服电动机图形符号的绘制。

7）创建直流伺服电动机图块：单击“绘图”工具栏中的“创建块”命令按钮，将以上绘制的图形创建为图块，名称为“直流伺服电动机”，便于后面系统设计时调用。

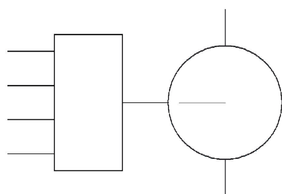


图 10-105　电动机和码盘连线

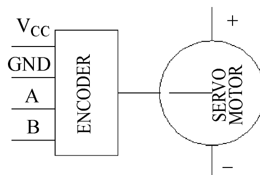


图 10-106　直流伺服电动机符号

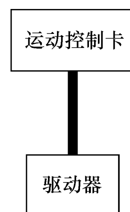
4. 连接主控系统线路



操作步骤

1）插入直流伺服电动机：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，插入一个直流伺服电动机图块。

2）布置各元器件：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，按图 10-107 所示布置一套运动控制卡和驱动器图块，两套直流伺服电动机图块。



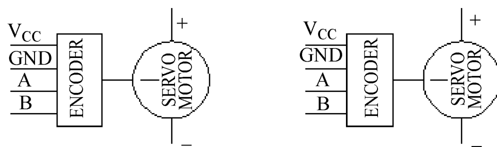


图 10-107　布置元器件

3）绘制接线排：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制如图 10-108 所示的接线排。

4）连接驱动器和电动机：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接驱动器和直流伺服电动机，如图 10-109 所示。

5）连接运动控制卡和码盘：调用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮和“多段线”命令按钮，连接运动控制卡和码盘。然后使用“修改”工具栏中的“修剪”等命令修改图形，效果如图 10-110 所示。



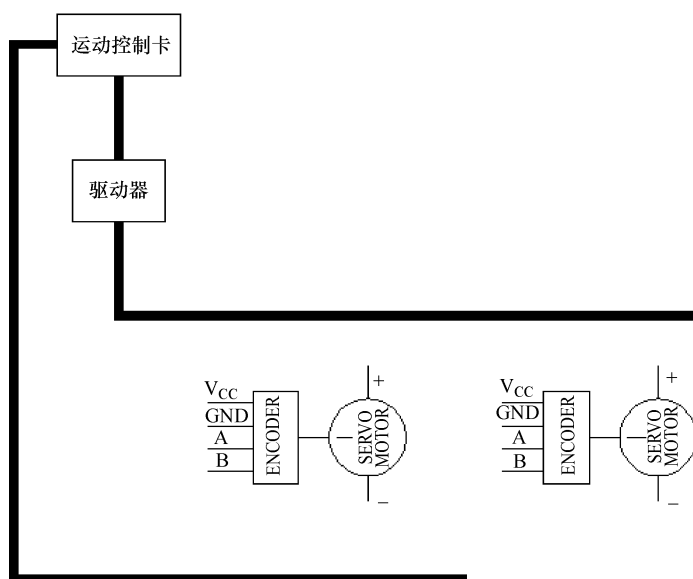


图 10-108　绘制接线排

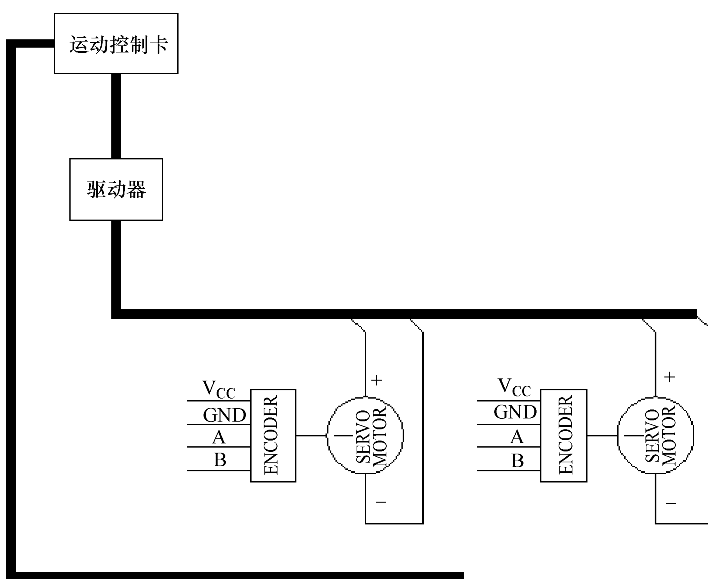


图 10-109　连接驱动器和电动机

6）插入图框图块：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，插入一个“A3”图框样板。调用“修改”工具栏中的“缩放”命令按钮，将低压电气图形和主控系统图形采用统一比例适当压缩，移动到样板图框中，如图 10-111 所示，即完成了两自由度工作台系统设计。

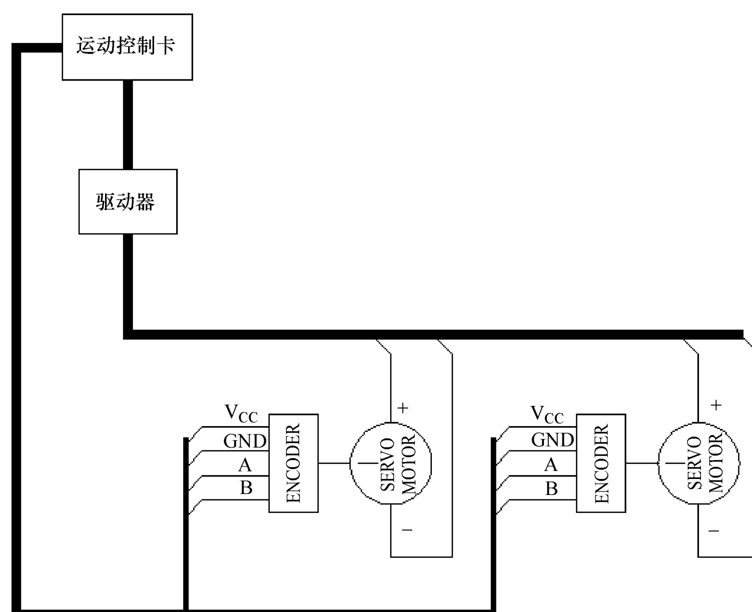


图 10-110　连接运动控制卡和码盘

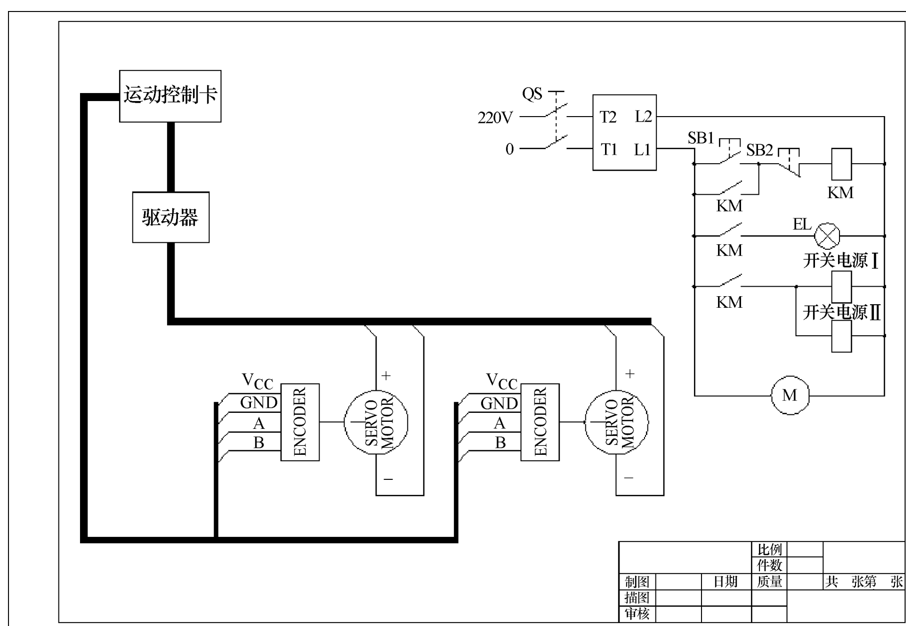


图 10-111　两自由度工作台系统电路图

☞ 本节以某液位自动控制器的电路原理图为例，详细讲述了两自由度工作台的控制系统设计过程，首先设计了系统结构图，其次设计了控制系统电路图。控制系统电路图设计一般包括低压部分设计和主控电路部分设计两个方面。低压电气设计部分类似于机床电气设计，起主要控制作用的是单极开关和接触器、继电器等元器件。主控电气设计部分详细讲述了直流伺服电动机符号的绘制过程，以及运动控制卡、驱动器和直流伺服电动机之间的连接关系。与系统结构图相比，系统电路图表达的电气信息更加详细、具体。

10.3.4　SINUMERIK820 控制系统硬件结构图设计过程

西门子公司是生产数控系统的著名厂家，其数控产品主要有 SINUMERIK3、8、810、820、850 和 880 等。SINUMERIK820 数控系统是西门子公司推出的适应普通车床、铣床、磨床控制的，集 CNC 和 PLC 于一体的安全可靠的数控系统。SINUMERIK820 控制系统由 CPU 模块、位置控制模块、系统程序存储模块、文字图形处理模块、接口模块、I/O 模块、CRT 显示器及控制面板组成，是结构紧凑、经济、易于实现机电一体化的产品。

图 10-112 所示是 SINUMERIK820 控制系统的硬件结构图，下面介绍如何在 AutoCAD 2012 环境下设计这个硬件结构图。

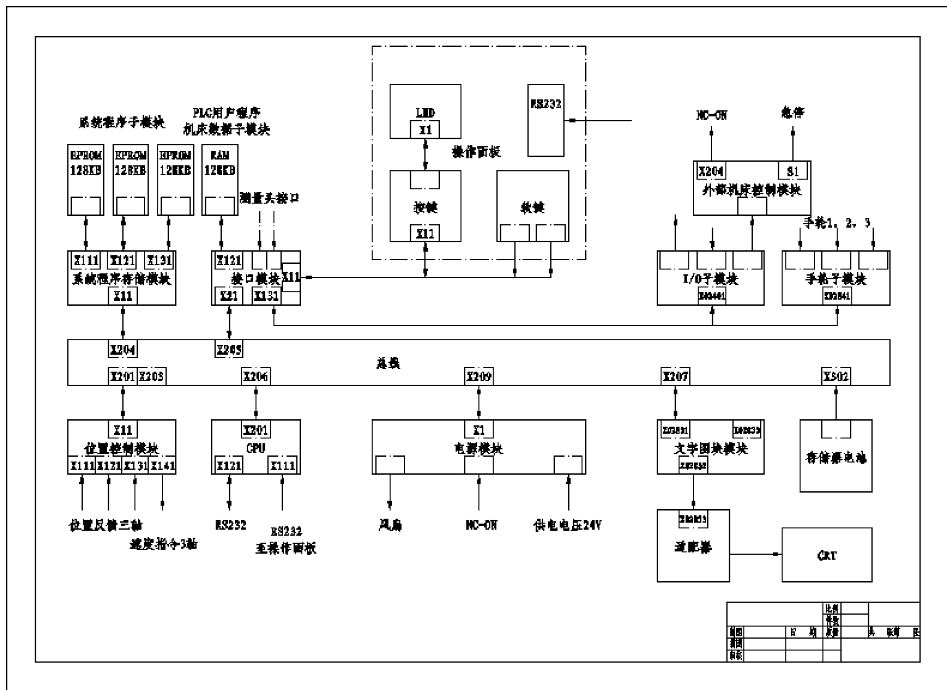


图 10-112　SINUMERIK820 控制系统硬件结构图

1. 设置绘图环境

操作步骤

1）建立新文件：单击下拉菜单“文件”/“新建”命令，弹出“选择样板”对话框，选

择“A2. dwt”样板后单击“打开”按钮，则返回绘图区域。设置保存路径，将新文件命名为“SINUMERIK820. dwg”并保存。

2）设置工具栏：在任意工具栏处单击鼠标右键，在打开的快捷菜单中选择“标准”、“图层”、“对象特性”、“绘图”、“修改”和“文字”这六个选项，调出这些工具栏，并将它们移到绘图窗口中适当位置。

3）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“模块层”、“点划线层”、“连线层”和“标注层”四个图层，各图层的颜色、线型以及线宽分别如图 10-113 所示。将“模块层”设置为当前图层。

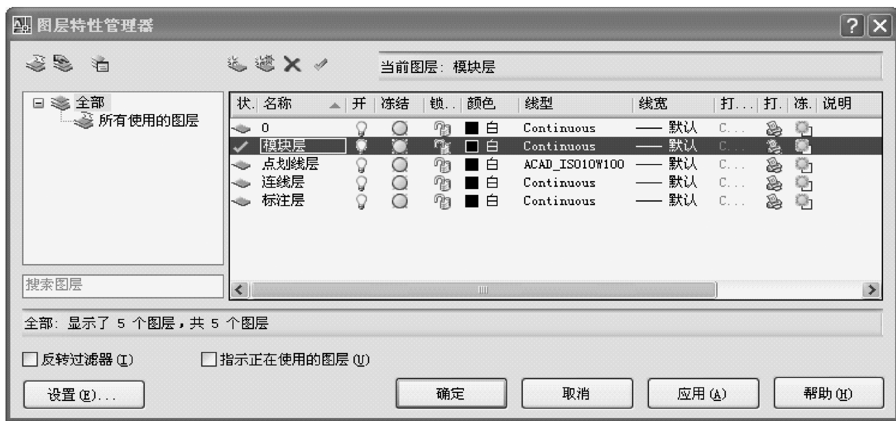


图 10-113　设置图层

4）设置栅格：在状态栏控制命令处单击鼠标右键，弹出快捷菜单，如图 10-114 所示。单击快捷菜单中的“设置”选项，弹出“草图设置”对话框，选择“捕捉和栅格”选项卡，参数设置如图 10-115 所示。



图 10-114　快捷菜单

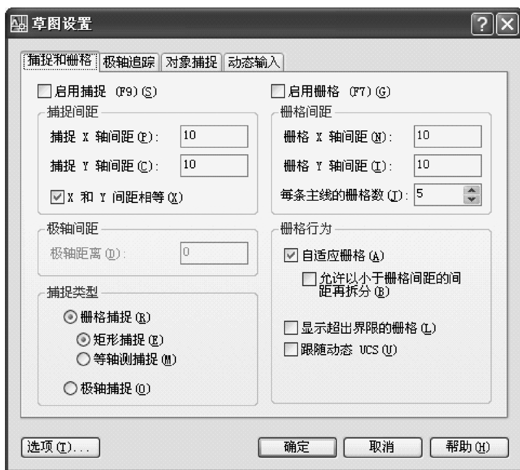


图 10-115　设置栅格

5）开启栅格和正交：单击状态栏中的“栅格”按钮和“正交”按钮，或者使用快捷键 F7 和 F8，在命令行中提示“<栅格　开>”和“<正交　开>”，在绘图窗口中显示栅格。若想关闭栅格或正交，可以再次单击状态栏中的“栅格”或“正交”按钮，或者使用快捷键 F7 或 F8。

2. 绘制模块

在该类控制图中，各个功能模块通常以矩形代替，同类的模块大小相同，各个模块按照逻辑功能布局。在布局模块的过程中，可以重复使用“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制各类模块。对同样规格的模块，可以使用“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制生成同类模块，避免多次绘制相同尺寸矩形带来的工作量。

绘制和布局模块：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制各类模块。然后使用“修改”工具栏中的“复制”命令按钮和“镜像”命令按钮，完成各模块的绘制工作和布局，如图 10-116 所示。

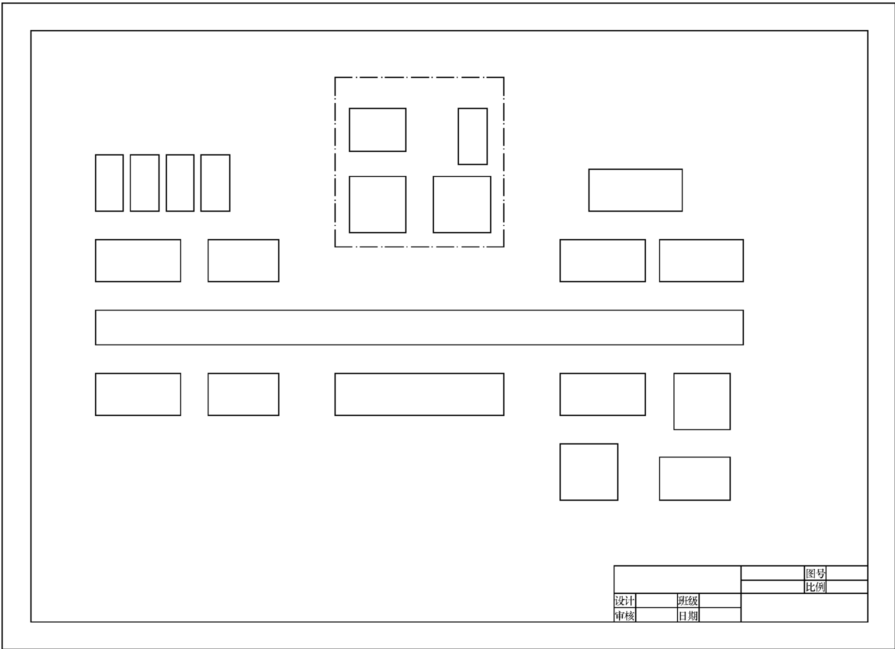


图 10-116　绘制和布局模块

各个模块的大小如下：

EPROM 模块	20×40
RAM 模块	20×40
LED 模块	40×30
RS232 模块	20×40
外部机床控制面板	50×30
系统程序存储模块	60×30
接口模块	50×30

（续）

按键	40×40
软键	40×40
I/O 子模块	60×30
手轮子模块	60×30
总线	460×20
位置控制模块	60×30
CPU	50×30
电源模块	120×30
文字图形模块	60×30
存储器电池	40×40
适配器	40×40
CRT	50×30

3. 注释模块

选择“注释层”为当前操作图层，使用“绘图”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，为各个模块添加文字注释。字体选择仿宋_GB2312，大小为 5。相同的文字注释宜选择“复制”修改命令，以减少设置文字格式的工作量。为各个模块添加文字注释后的效果如图 10-117 所示。

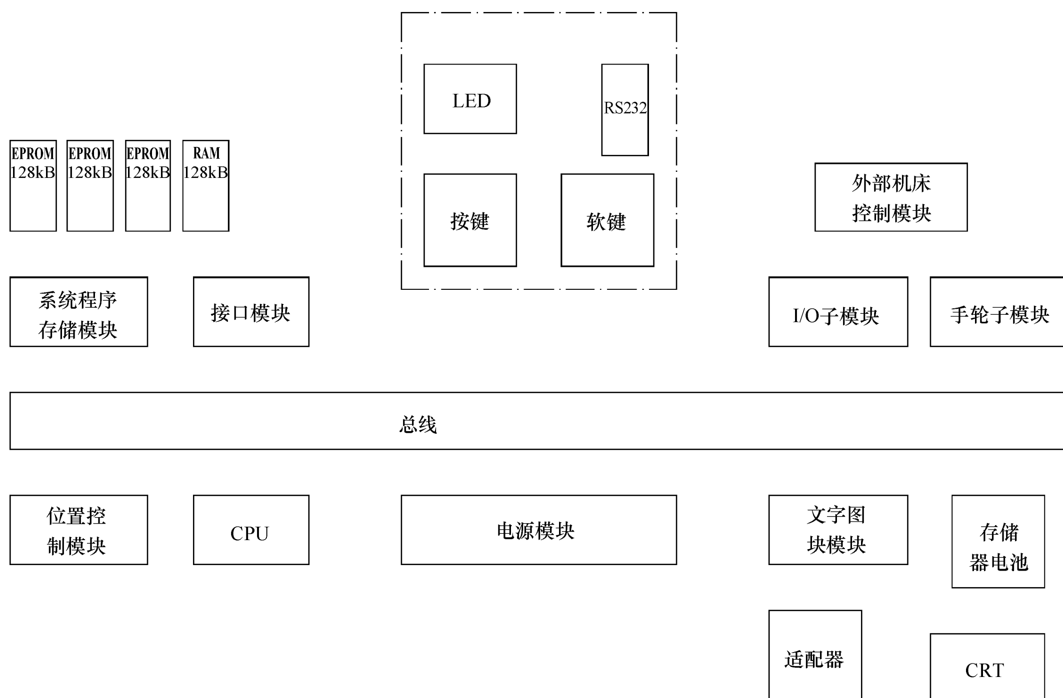


图 10-117　注释模块



4. 绘制模块接口

调用“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，根据各个模块的接口绘制模块对外接口，绘制后的效果如图 10-118 所示。

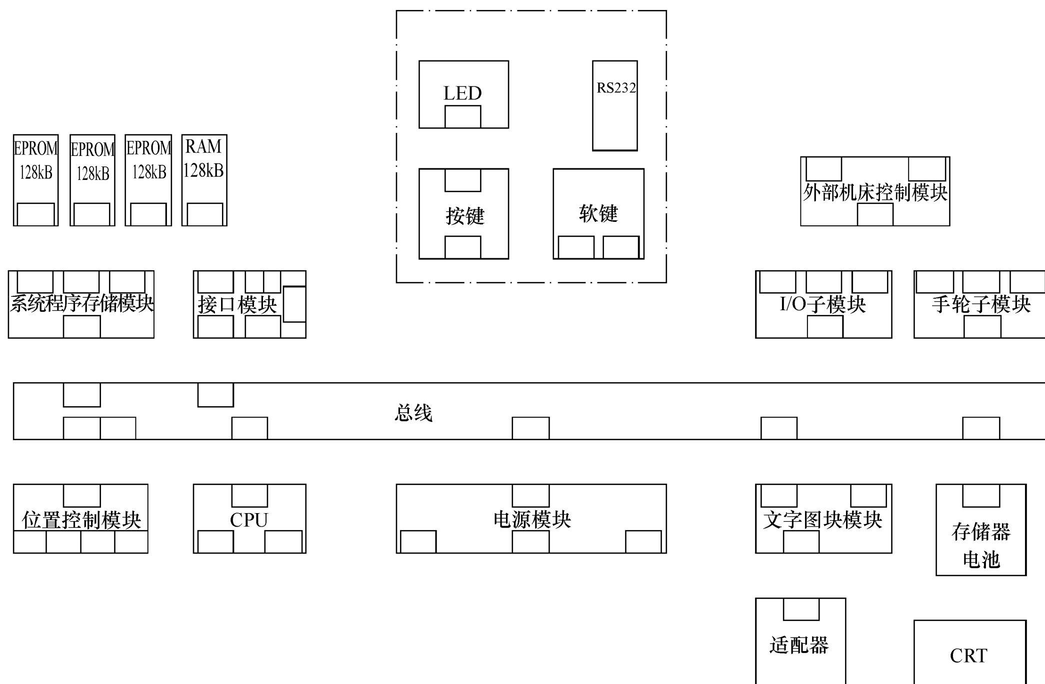


图 10-118　绘制模块接口

5. 注释模块接口

选择“注释层”为当前操作图层，调用“绘图”工具栏中的“多行文字”命令按钮，为各个模块接口添加标号注释，字体选择仿宋_GB2312，大小为 5，添加标号注释后的效果如图 10-119 所示。

6. 连接模块

选择“连线层”为当前操作图层，调用“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制箭头，从模块接口引出到达模块接口，按照逻辑关系连接各个模块，连接后的效果如图 10-120 所示。

7. 添加其他文字说明

选择“注释层”为当前操作图层，调用“绘图”工具栏中的“多行文字”命令按钮，为控制系统图中其他地方添加文字注释，字体选择仿宋_GB2312，大小为 5，添加文字注释后的效果如图 10-121 所示。

8. 填写标题栏

在图纸的标题栏中填写设计者姓名、设计日期、设计项目名称、图号和比例等要素，做到图纸完整，作为实际工程的理论指导依据。

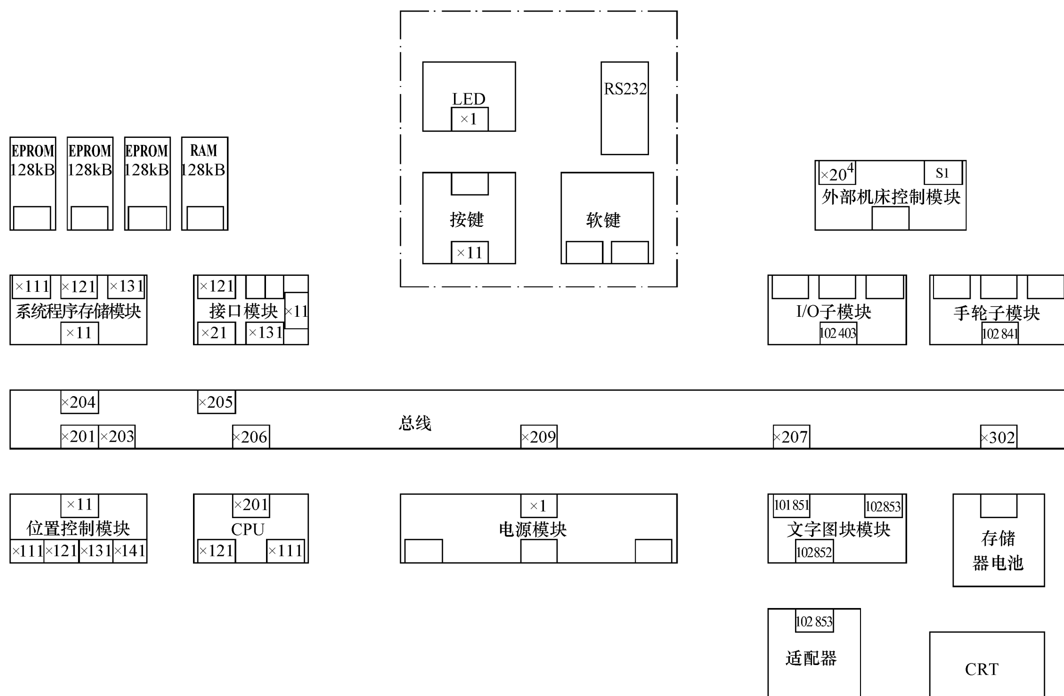


图 10-119　添加模块接口标号注释

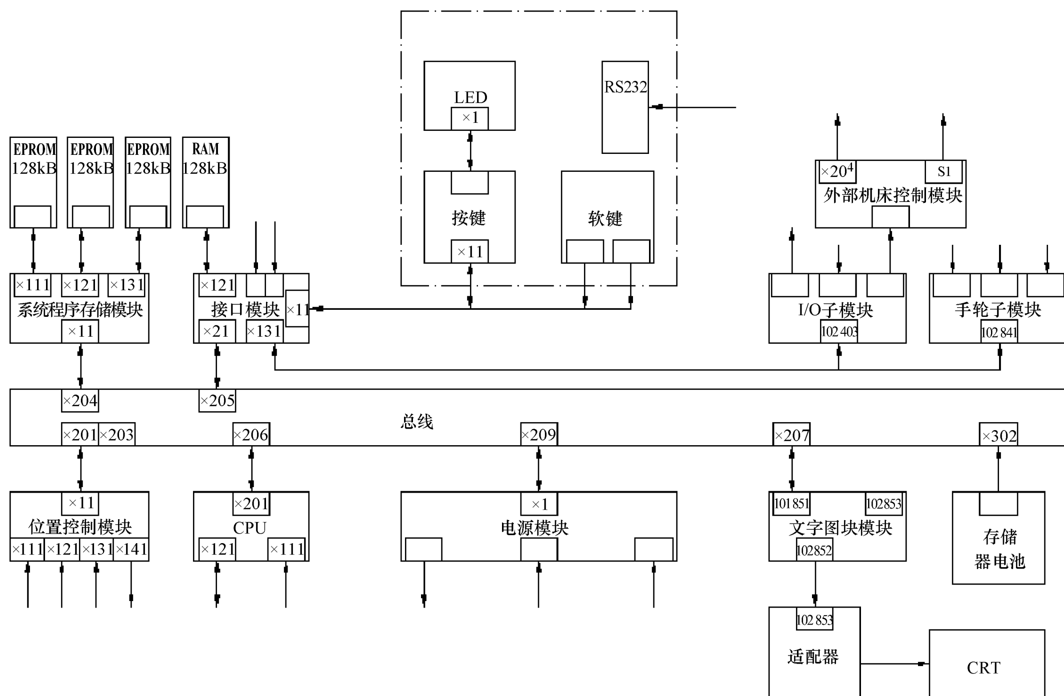


图 10-120　连接模块接口

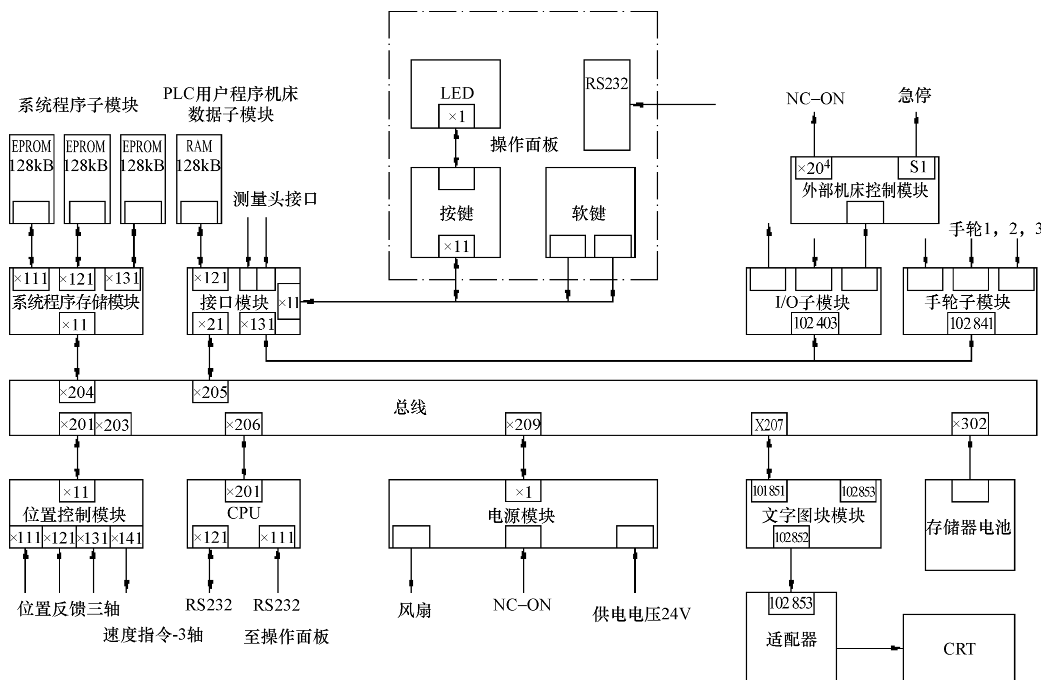


图 10-121　添加其他文字说明

本节详细讲解了 SINUMERIK820 数控系统的系统图设计过程，包括调用绘图样板、图层设置、布局系统模块、注释系统模块、设计模块接口、注释模块接口、添加文字说明和填写标题栏等具体步骤。通过对以上具体实例的讲解，使读者明白数控机床控制系统图的一般设计过程，该设计流程也可以类推到其他型号的数控机床中。

10.4　本章总结

系统图是绘制其他较低层次各种电气图（主要是指电路图）的主要依据。系统图对布局有很高的要求，强调布局清晰，以利于识别过程和信息的流向，讲究的是把逻辑联系形象地表达出来。相对于其他电气工程图，设计系统图需要更加抽象的思维。绘制系统图的命令相对简单，主要有直线、矩形、多段线、文字等绘图命令和复制、移动等修改命令。

控制电气设计中多是先给出控制系统图，粗线条地勾勒出系统的基本组成和逻辑关系。依据已有的控制系统图，才有可能设计比系统图层次更低的控制电路图。依据控制电路图，才可以设计能够最直接指导工程实施的控制接线图。所以控制系统图处于最上位置，设计时务必考虑周全、表达清楚，因为控制系统图设计的成败与否直接关系到工程项目的成败。

10.5　思考与练习

1. 思考题

1）反馈控制系统由哪几部分组成？

2）常开按钮开关和常闭按钮开关的区别是什么？

3）“捕捉”工具栏中各个命令在实际绘图中是如何使用的？

2. 操作题

1）综合运用本章知识创建如图 10-122 所示的控制系统图。

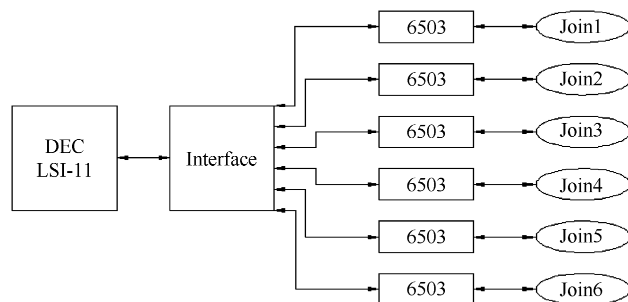


图 10-122　习题图 1

2）综合运用本章知识创建如图 10-123 所示的轿车局部电气图。

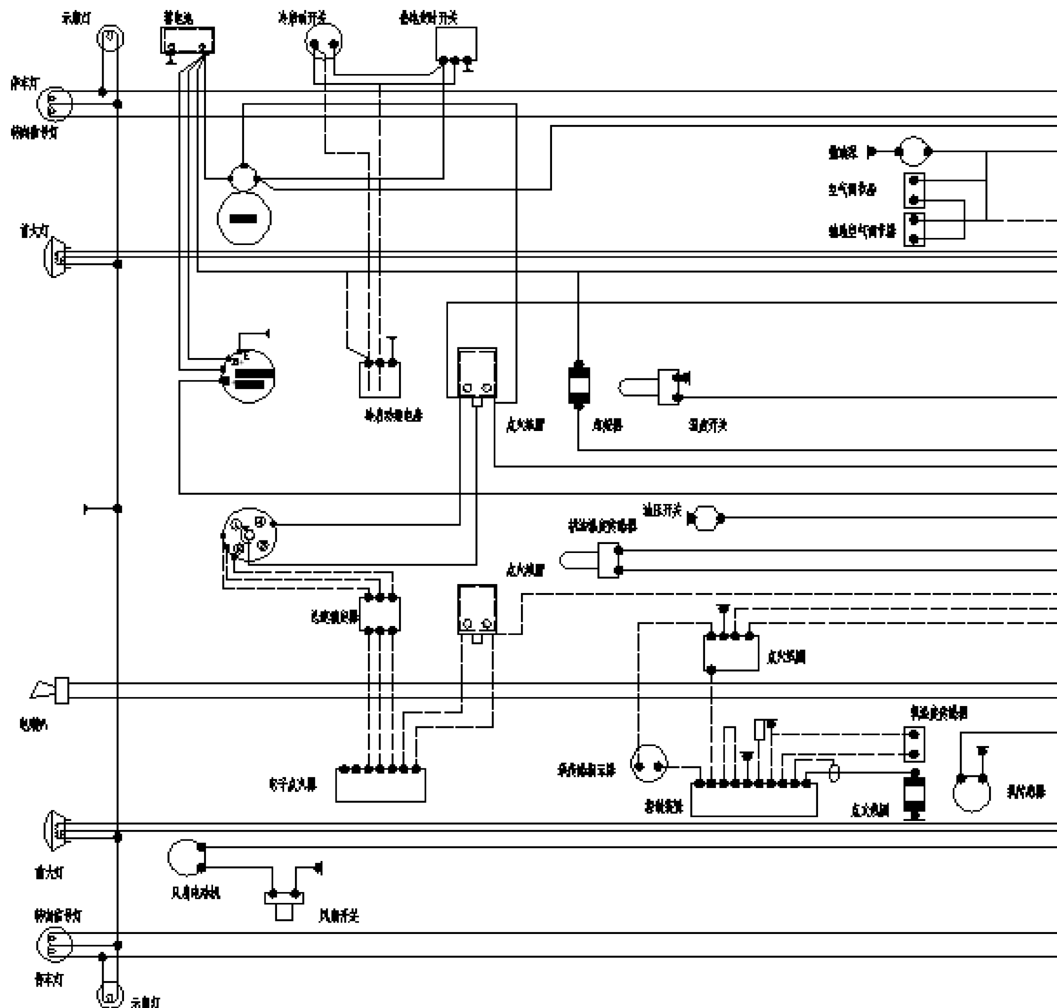


图 10-123　习题图 2

第 11 章　机械电气设计

学习目标

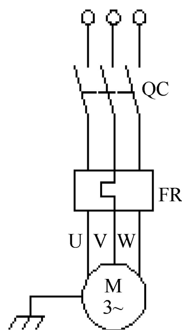


熟练掌握自动追踪功能的绘图技巧

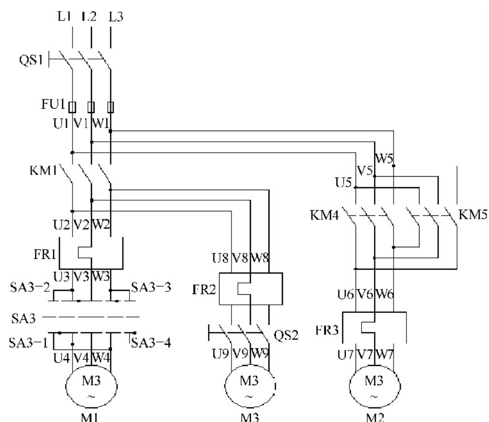
掌握图块创建和调用的方法

掌握机械电气基本图形符号的绘制方法

熟悉机械电气工程图的绘制



供电简图的价值在于它忽略其他复杂的电气元件和电气规则，以十分简单而且直观的方式传递一定的电气工程信息。三相交流异步电动机供电简图旨在说明电动机的电流走向，示意性地表示电动机的起动和停止，表达电动机供电与控制的基本功能。



铣床可以用来加工平面、斜面和沟槽，装上分度头，还可以铣削直齿轮和螺旋面等。X62W 型万能铣床在铣床中具有代表性，设计者可以使用图层特性管理器、新建图层等工具完成 X62W 型万能铣床的绘制。

11.1 机械电气概述

机械电气广义的理解应为所有机械设备上的电气系统，狭义的理解主要指应用在机床上的电气系统，是一类比较特殊的电气，故也称为机床电气。它包括应用在车床、铣床、刨床、钻床、镗床、电火花机床以及数控机床等设备上的电气，包括机床的电气控制系统、伺服驱动系统和计算机控制系统等。随着数控系统的发展、机床的自动化程度的提高、电气技术的复杂化，机床电气也成为电气工程的一个重要组成部分。

机床电气系统从使用功能上看，主要由电力拖动系统和电气控制系统两大部分组成，具体分述如下。

11.1.1 机床电力拖动系统

机床通常是由电动机拖动运行的，故称电力拖动。组成电力拖动的电动机及其相关联的工作机构和电动的电气控制部分共同构成电力拖动系统，如图 11-1 所示。电力拖动系统主要分为两类即直流拖动和交流拖动，其动力源分别为直流电动机和交流电动机。

电源
控制设备
电动机
工作机构

图 11-1 电力拖动系统的组成

直流电动机因其起动、制动和调速性能优良，因此，在速度调节要求较高、正反转和起动制动频繁的机械设备上依然使用直流电动机拖动。直流电动机相较于交流电动机具有结构复杂、维护困难、尺寸大、价格高和运行可靠性差等弱点，在机床上的应用已不占主导地位。

交流电动机尤其是三相异步电动机因其结构简单、运行可靠、单机容量大、转速高、体积小、价格低、工作可靠和维修方便等优点在机床上得到广泛应用，随着电力电子技术的迅猛发展、交流调速技术的日臻完善，交流电动机昔日调速困难的问题也已克服。因此，交流电动机拖动目前已占主导地位。

在机床设备中，电力拖动的方式分为三类，分别为成组拖动、单电动机拖动和多电动机拖动：

1）成组拖动：成组拖动就是由一台电动机拖动一组机床。

2）单电动机拖动：如果每台机床上安装一台电动机，通过机械传动机构将机械能传递到机床的运动部件，称为单电动机拖动。图 11-2 所示为某电梯的单电动机拖动系统示意图。

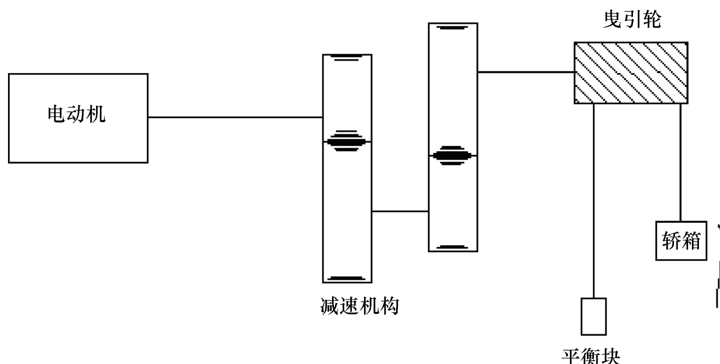


图 11-2 单电动机拖动系统示意图

3）多电动机拖动：如果一台机床上安装了多台电动机，分别拖动各运动部件，称为多电动机拖动。

11.1.2　电气控制系统

电气控制系统对各拖动电动机进行控制，使它们按规定的状态、程序运动，并使机床各运动部件的运动得到合乎要求的静、动态特性。

1. 继电器—接触器控制系统

继电器—接触器控制系统就是由按钮开关、行程开关、继电器、接触器等电气元件组成的电气控制系统，可实现对机床各种运动的控制，如起动、停止、正反转和调速等的控制，其控制方法相对比较简单、直接，工作稳定可靠，价格低。图 11-3 所示为 CW6132 型车床继电器—接触器控制系统原理图。

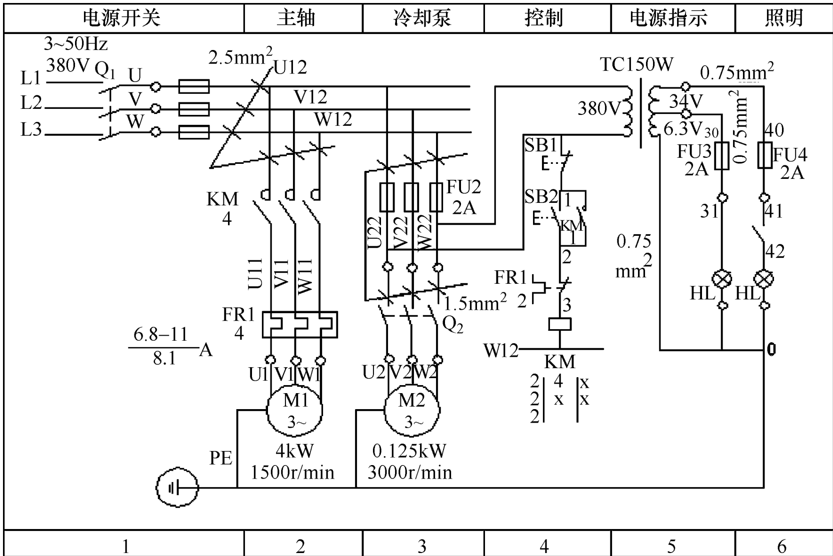


图 11-3　CW6132 型车床继电器—接触器控制系统原理图

2. 可编程序控制器控制系统

可编程序控制器（PLC）控制系统是由具有运算功能和较大功率输出能力的 PLC 为核心，代替大量的继电器而形成的控制系统，使硬件控制软件化，提高了系统的可靠性和柔性。它是继电器常规控制技术与微型计算机技术相结合的产物。

下面以笼型异步电动机Y-△降压起动控制为例，来说明 PLC 控制系统的应用。

Y-△降压起动控制，要求在起动时电动机采用Y联结，经过一段延时，当电动机的转速上升到一定值时，再将其换成△联结。

表 11-1 中列出了 PLC 控制的Y-△降压起动系统的元件分配表。

表 11-1　元件分配表

输入元件	元件号	输出元件	元件号	辅助元件	元件号
起动按钮 SB1	I0.0	主电路线圈 KM1	Q0.1	定时器：定时 5s	T37

（续）

输入元件	元件号	输出元件	元件号	辅助元件	元件号
停止按钮 SB2	I0.1	Y起动线圈 KM2	Q0.2		
		△运行线圈 KM3	Q0.3		

图 11-4 所示为 PLC 控制的Y-△降压起动系统的控制电路接线图。

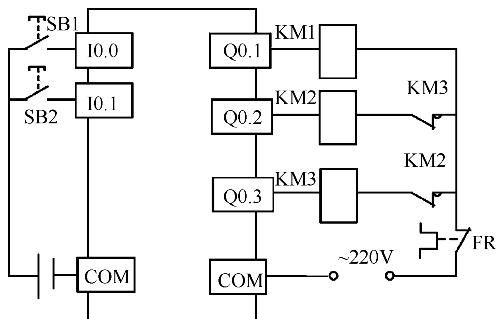


图11-4　PLC 控制的Y-△降压起动系统的控制电路接线图

图 11-5 所示为 PLC 控制的Y-△降压起动系统采用顺序功能图法设计的梯形图。

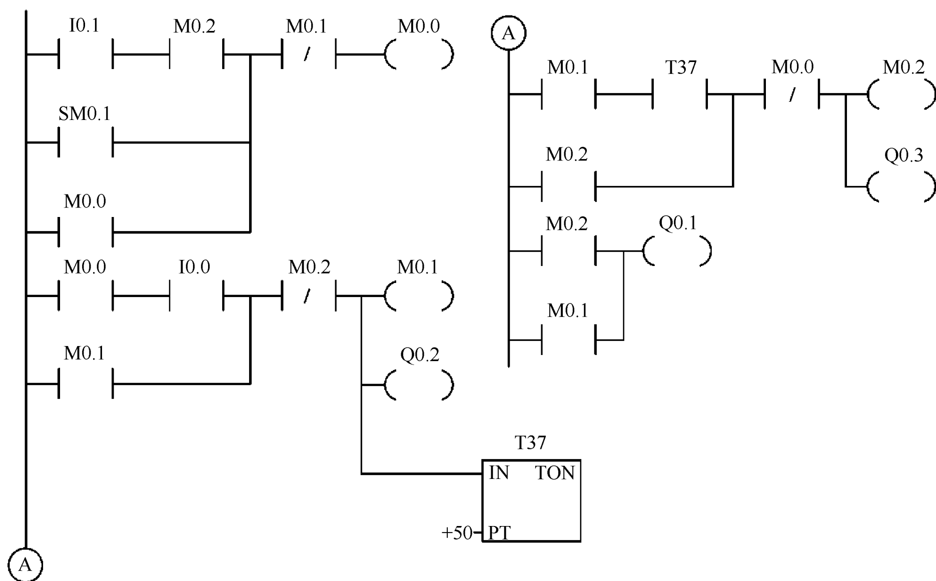


图 11-5　梯形图

3. 计算机控制系统

计算机控制系统是由数字计算机为核心组成的控制系统，具有高柔性、高精度、高效率、高成本的特点。

图 11-6 所示为典型的计算机控制系统的结构。



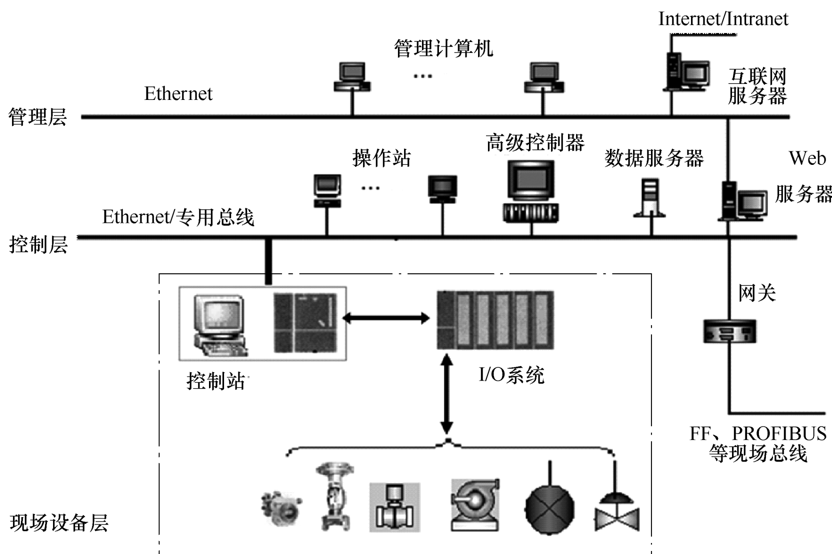


图 11-6　计算机控制系统的结构图

11.2　机械电气基本符号的绘制

机械电气基本符号的绘制必须符合国家相关标准，才能表达确定的意义。通过典型机械电气基本符号的绘制了解电气符号的绘制特点和技巧，深刻体会绘图环境设置的必要性和方法，掌握对象捕捉、极轴追踪和对象捕捉追踪功能的使用技巧以及图块生成的方法和调用方法，从而提高绘图效率。

11.2.1　自动追踪功能的应用

实例文件：example\Ch11\zidongzhuizong.dwg

在 AutoCAD 绘图过程中，有些预定目标点无法用对象捕捉直接捕捉到，但可以利用自动追踪的功能来寻找并确定这些点的位置，自动追踪包括延长线追踪、临时追踪点追踪、极轴追踪和对象捕捉追踪。

适时而合理的设置并启用“对象捕捉”和自动追踪功能的使用，可以实现类似电子图版（CAXA）的“导航”功能，使用该功能可以非常方便、快捷地找到并确定与已知对象有某种特定关系或事先给定位置参数的点（简称预定目标点），这些点因无标记，故无法直接捕捉到，从而可以精准、方便和高效地绘制图形以及精确地向预定目标点移动、复制和插入对象等操作。

在绘图过程中，若使用自动追踪功能追踪特定路径，必须首先获取追踪点。追踪点是指具有十字标记的某些对象特征点。如圆心、交点、中点等，最近点就不能成为追踪点。若想获取追踪点，当命令行提示指定一个点时，可以通过捕捉或预捕捉对象特征点的方式获取追踪点。

 无论是捕捉点还是预捕捉点，如捕获追踪点成功，在移开光标时都会显示“十”字标记，只有出现十字标记的对象特征点才能作为追踪点，才会被追踪。追踪点最多可

获取 7 个，当继续捕获追踪点超过 7 个时，第一个追踪点会自动消失。若想放弃某追踪点，将光标悬停该点上片刻即可，若想放弃所有的追踪点按 Shift 键即可，同时十字标记消失。

1. 延长线追踪功能的应用

延长线追踪是以对象的端点为追踪参考点沿着对象的延长线进行自动追踪的对象捕捉工具。它适用于圆弧、椭圆弧和直线段的端点捕捉或预捕捉实现延长线自动追踪。

当命令行提示指定一个点时，激活延长线追踪功能，移动光标捕获几何对象的端点作为追踪点，此时沿着对象的延长线路径移动光标，系统将显示追踪辅助虚线及光标点相对追踪点的极坐标，输入相对距离，可以精确定位预定目标点。

延长线追踪功能的启用与示范如下：



操作步骤

1）单击“对象捕捉”工具栏的“捕捉到延长线”按钮。

2）按下 Shift 键或 Ctrl 键的同时单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中单击“延长线”按钮。

3）在菜单栏依次执行“工具 | 草图设置”命令，程序会弹出“草图设置”对话框。在“对象捕捉”选项卡中，先勾选“启用对象捕捉”复选框，再在“对象捕捉模式”选项组中勾选“延长线”复选框，最后单击“确定”按钮关闭对话框，启动延长线自动捕捉功能。设置的选项如图 11-7 所示。

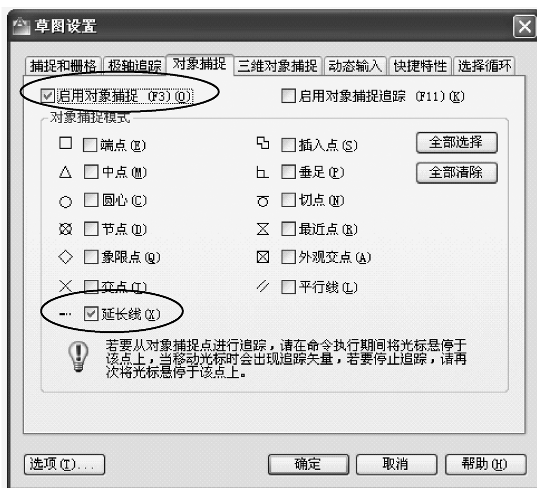


图 11-7 设置“延长线”自动功能

用户也可以在“状态”栏的“对象捕捉”按钮处单击鼠标右键，弹出快捷菜单，然后单击“设置”命令，程序会弹出“草图设置”对话框，其后设置同上步。



4）直线段的延长线追踪操作示范。打开 AutoCAD 应用软件，单击“绘图”工具栏的“直线”命令按钮，并在绘图区绘制一段直线 AB。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，当命令行提示指定圆心时，启动延长线捕捉，然后预捕捉端点 B，移动光标，延长线追踪效果如图 11-8 所示。

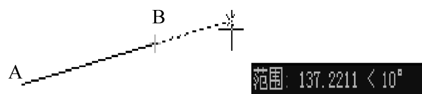


图 11-8　线段延长线追踪示意图

> 端点 B 有十字标记，为追踪参考点；虚线为追踪矢量线，起导航的作用；同时指针提示工具栏显示追踪范围，动态显示相对追踪参考点 B 的距离。

5）圆弧的延长线追踪操作示范：单击“绘图”工具栏的“圆弧”命令按钮，在绘图区绘制一段弧线 AB。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，当命令行提示指定圆心时，启动延长线捕捉，然后预捕捉端点 B，移动光标，延长线追踪效果如图 11-9 所示。

6）应用延长线追踪功能绘图：绘图要求是利用延长线追踪功能绘制 3 个直径为 5 个单位的圆，使其圆心分别位于图 11-10 所示的 ab、ac 和 ad 的延长线上并距离 a 点为 20 个单位，直径为 5 个单位的圆。



图 11-9　圆弧延长线追踪示意图

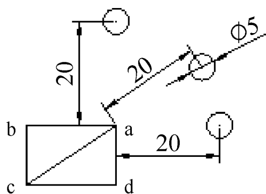


图 11-10　绘制延长线上圆的最终结果图

> 延长线追踪的特点是只能对预捕捉的端点进行追踪，不能对捕捉点进行追踪，且在获取追踪点时只能采用运行捕捉方式。

2. 临时追踪点追踪功能的应用

在“对象捕捉”工具栏中有一个“临时追踪点”工具，可实现自动追踪功能，运用“运行捕捉模式”或“覆盖捕捉模式”捕捉所有类型的对象特征点后，临时追踪点追踪功能就会以该点为追踪参考点寻到多条追踪线，然后根据这些追踪线可确定相距追踪点一定距离的预定目标点。

在追踪点处能够寻到的追踪线的多少与“极轴追踪”模式的设置有关，在打开的极轴追踪“草图设置”对话框中如图 11-11 所示。

如果在“对象捕捉追踪设置”区启用“仅正交追踪”模式，那么在追踪点处只能寻到竖直和水平两条追踪线；如果在“对象捕捉追踪设置”区启用“用所有极轴角设置追踪”模式，那么在追踪点处就会根据“增量角”的设置情况和“附加角”的多少寻到更多追踪线，“增量角”越小“附加角”越多能够产生的追踪线就越多。

临时追踪点追踪功能还可创建多路追踪，所谓多路追踪是指同时可在两个对象特征点处创建追踪路径或在新确定的点继续不断追踪。这一功能为用户绘图确定预定目标点提供了极

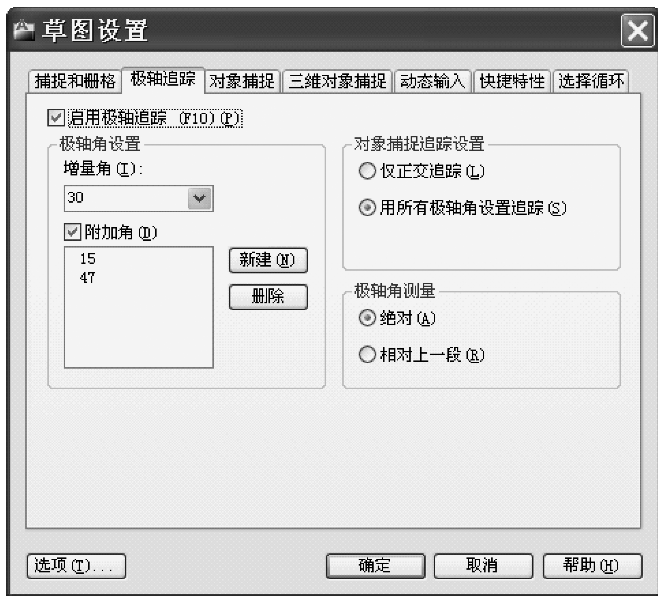


图 11-11 “草图设置”对话框

大的方便和准确性。

应用临时追踪点追踪功能绘制常开触点如下：



操作步骤

1）单击“绘图”工具栏的“直线”命令按钮，打开正交模式，在绘图区绘制长度为 5 个单位的一段直线 AB；按 Enter 键重复直线绘制命令，移动光标自动预捕捉端点 B，输入距离为 6；依据延长线追踪线，确定绘制线段的第一点 C 点后，绘制长度为 5 的线段 CD，结果如图 11-12 所示。

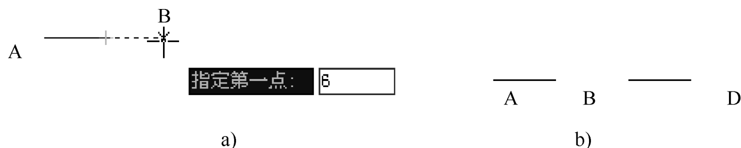


图 11-12 绘制线段 CD 示意图

a）延长线追踪示意图 b）线段 CD 绘制结果图

2）按 Enter 键重复直线绘制命令，提示指定第一点时，在打开的“对象捕捉”工具栏中，首先单击“临时追踪点”按钮，再次单击“捕捉到端点”按钮，然后捕捉端点 B，再次单击“临时追踪点”按钮和“捕捉到端点”按钮，捕捉端点 C，移动光标寻到两路追踪线的交点 E，追踪效果如图 11-13 所示。

3）此时单击鼠标左键确定交点位置为要绘制线段的第一点即 E 点，然后自动捕捉 B 点并确认，绘制出与水平线成 30°的斜线 BE，绘制完成常开触点，结果如图 11-14 的右图所示。



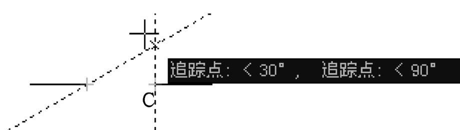


图 11-13　两路追踪确定交点 E

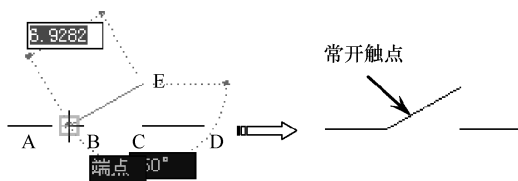


图 11-14　常开触点绘制结果图

 临时追踪点追踪的特点是只能对捕捉点进行追踪，不能采用预捕捉点的方式进行追踪，而且可以建立多路追踪。获取追踪点的方式既可以采用“运行捕捉”方式，也可以采用“覆盖捕捉”方式。

3. 极轴追踪功能的应用

正交模式和极轴追踪模式不能同时启用。若想实现对捕捉点的极轴追踪，只要捕捉到对象特征点，该点即成为追踪点。极轴追踪模式打开，即可实现对捕捉点的追踪，但不能实现对预捕捉点的极轴追踪。极轴追踪是按照事先设定的角度增量进行追踪点追踪的，因此若想对某一角度或更多角度方向进行多条路径的追踪，要事先设置好增量角和附加角。

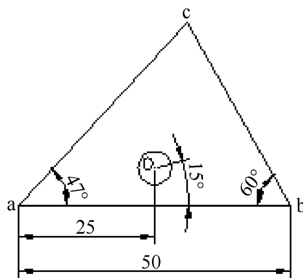


图 11-15　绘制的图形

启动极轴追踪功能绘制图形（见图 11-15）如下：

操作步骤

1）在菜单栏依次执行“工具”/“草图设置”命令，系统弹出“草图设置”对话框。在对话框的“极轴追踪”选项卡中，设置如图 11-16 所示的参数及相关极轴追踪控制选项。

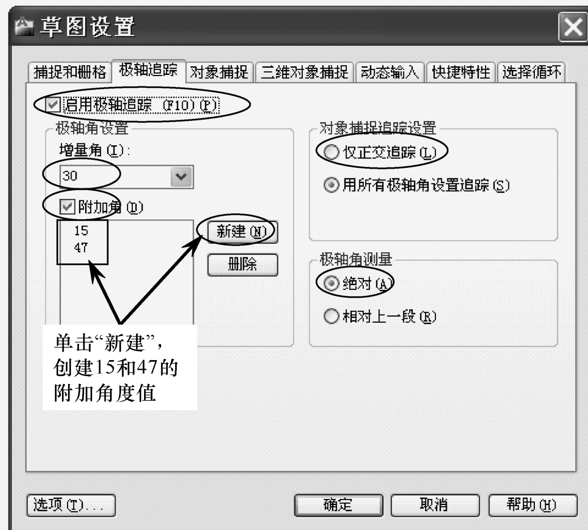


图 11-16　设置极轴追踪控制选项及参数

2）启动相关辅助绘图功能：在状态栏单击相应按钮命令分别打开“对象捕捉”、“极轴追踪”和“动态输入”模式。

3）绘制 ab 线段：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，依据水平追踪矢量线绘制 ab 线段如图 11-17 所示。

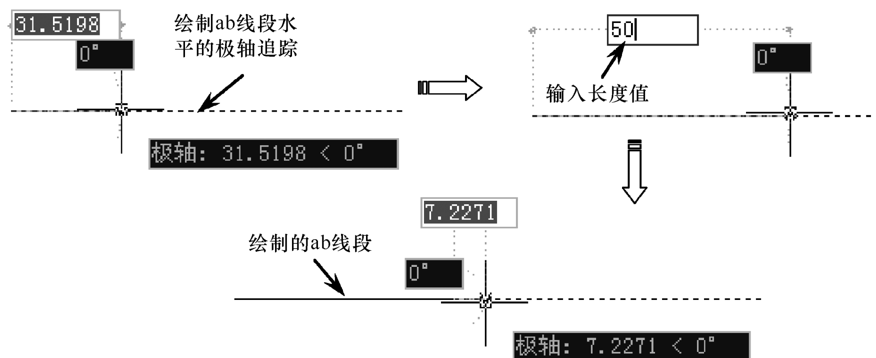


图 11-17　绘制 ab 线段

4）绘制 bc 线段：在上个步骤的基础上，移动光标寻到与 ab 线成 60°，追踪极轴角为 120°的追踪矢量线，依据该辅助线绘制不定长度的 bc 线段如图 11-18 所示。



图 11-18　绘制 bc 线段

5）绘制 ac 线段：单击鼠标右键或按回车（Enter）键，重复直线绘制，自动捕捉水平线段的右端点，移动光标寻到 47°追踪矢量线，沿追踪线移动光标直至自动捕捉到追踪线与 bc 线段的交点，单击鼠标左键再按回车键绘出 ac 线段如图 11-19 所示。

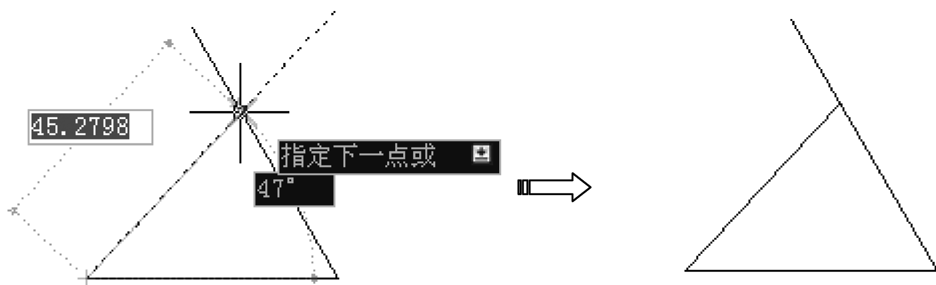


图 11-19　绘制 ac 线段

6）修剪多余线段：使用“修改”工具栏中的“修剪”工具，以完成的 ac 线段为修剪边界，修剪掉 bc 线段长出的部分，结果如图 11-20 所示。

7）绘制辅助线：使用“绘图”工具栏中的“直线”工具，捕捉 ab 线段的中点，依据 90°追踪矢量线绘制垂线作为绘图辅助线，结果如图 11-21 所示。

8）绘制圆：使用“绘图”工具栏中的“圆”工具，捕捉三角形的 a 点，绘制直径为 6 的圆，结果如图 11-22 所示。

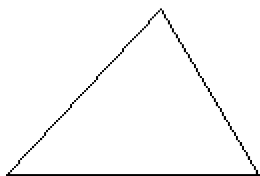


图 11-20　绘制完成三角形

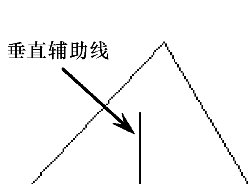


图 11-21　绘制过中点的垂直辅助线

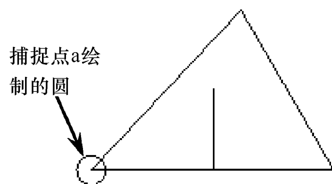


图 11-22　捕捉点 a 绘制圆

9）使用“修改”工具栏中的“移动”工具，选择圆为移动对象，捕捉圆的圆心为移动基点，沿着 15°的追踪矢量线移动光标直至自动捕捉到极轴追踪矢量线与绘图辅助线的交点即为移动目标点，极轴追踪效果如图 11-23 所示。

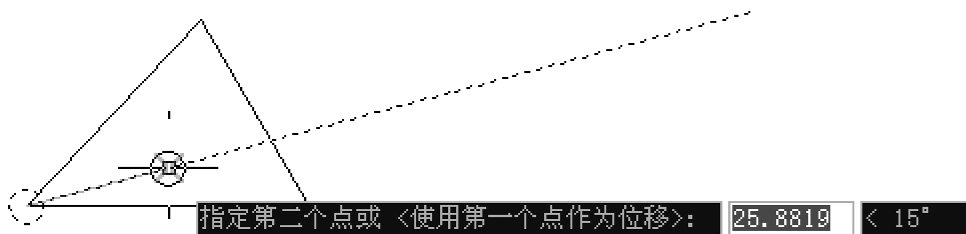


图 11-23　圆移动过程中的追踪效果图

10）圆移动后，单击“修改”工具栏中的“删除”按钮，删除绘图辅助线，结果如图 11-24 所示。至此，绘制完成的图形如图 11-25 所示。

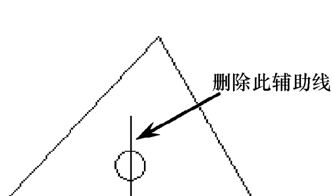


图 11-24　圆移动结果图

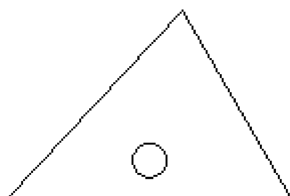


图 11-25　绘制结果图

☞ 极轴追踪的特点是只能对捕捉点进行追踪，不能采用预捕捉点的方式进行追踪。获取追踪点的方式既可以采用“运行捕捉”方式，也可以采用“覆盖捕捉”方式。追踪路径的多少与增量角大小和附加角的多少有关。

4. 对象捕捉追踪功能的应用

对象捕捉追踪是指按与对象有某种特定关系的方位进行追踪。对象捕捉追踪即可实现对捕捉点进行追踪，也可实现对预捕捉点进行追踪。若想捕获预捕捉点作为对象追踪点，必须

采用运行捕捉模式捕捉对象，否则捕获不到追踪点。对捕捉点作为对象追踪点进行追踪，采用运行捕捉模式和覆盖捕捉模式捕捉对象点均可。

对象捕捉追踪必须配合对象捕捉使用，且在追踪点处建立的追踪线的多少与极轴追踪模式的设置有关。在绘图时，当命令行提示指定一个点（如圆心、基点、角点等）时，即可移动光标获取追踪点，再次移动光标可以寻到相对追踪点的水平、竖直、极轴、对象延长对齐路径（需启用延长线追踪）和对象垂直路径的追踪矢量线。沿着追踪路径直接输入距离可以精确指定点的位置。

为了区别使用“极轴追踪”模式与“极轴追踪”模式和“对象捕捉追踪”模式相结合的自动追踪功能的不同，仍然绘制图 11-15 所示的例图，请注意其绘制过程的区别。应用对象捕捉追踪功能绘图如下：


操作步骤

1）设置极轴追踪模式：根据所绘图形的特征，为了能进行所有标注角度的追踪，打开“草图设置”对话框的“极轴追踪”选项卡，除将“对象捕捉追踪设置”选项设置为“用所有极轴角设置追踪”外，其他设置与图 11-16 中的参数及选项相同。

2）启动相关辅助绘图功能：在状态栏单击相应按钮，分别打开“对象捕捉”、“极轴追踪”、“对象捕捉追踪”和“动态输入”模式。

3）绘制 ab 线段：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，依据水平追踪矢量线绘制 ab 线段，输入长度为 50，按 Enter 键一次，结果如图 11-26 所示。

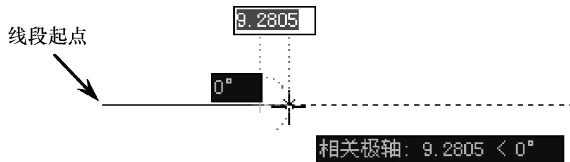


图 11-26　依据追踪线绘制 ab 线段

4）移动光标自动追踪定位三角形的 c 点：移动光标预捕捉新绘制线段的左端点，再次移动光标直至寻到极轴角为 120°的追踪矢量线和 47°追踪矢量线的交点，如图 11-27 所示。

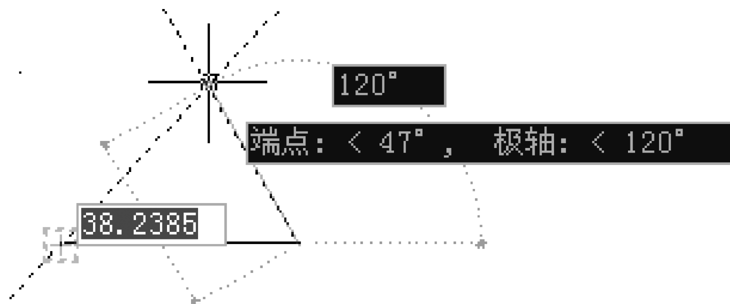


图 11-27　通过预捕捉点 a 得到的追踪效果图

5）绘制 bc 线段：在交点处单击鼠标左键绘制出 bc 线段，如图 11-28 所示。



6）绘制 ac 线段：捕捉 a 点单击鼠标左键后再单击鼠标右键，绘制完成三角形，结果如图 11-29 所示。

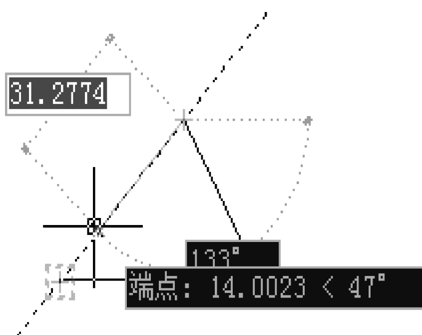


图 11-28　绘制完成 bc 线段

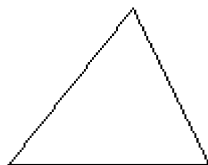


图 11-29　绘制完成三角形

7）绘制圆：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，预捕捉三角形的 a 点和 ab 线段的中点，移动光标直至寻到 15°极轴追踪线和过中点的竖直追踪线的交点，如图 11-30 所示。

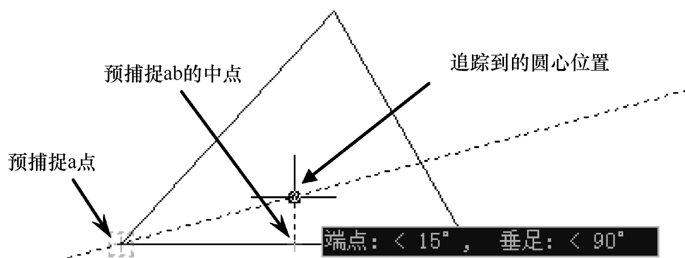


图 11-30　通过预捕捉 a 点和 ab 线段中点得到的追踪效果图

8）此时单击左键确定圆心的位置，然后输入圆的半径值回车确认，如图 11-31 所示。

9）绘制直径为 6 的圆，结果如图 11-32 所示。

10）至此完成图例的绘制。

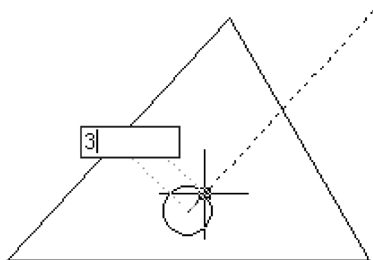


图 11-31　确定圆心位置并输入半径值

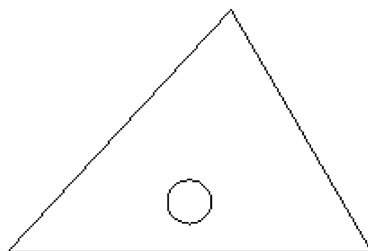


图 11-32　绘制图形的结果图

通过两种追踪模式绘图过程的比较，利用极轴追踪和对象捕捉追踪同时启用模式绘图其追踪功能更强，由于其更强的导航功能，从而在绘图过程中大大减少了绘图辅助线的使用，使绘图更方便、简单、准确和高效。

11.2.2　电气基本符号的绘制

1. 常见的电气控制系统图形符号

电气控制系统中有图形符号和文字符号，这些符号是电气图的重要组成部分。常见的电气控制系统图形符号如图 11-33 所示。

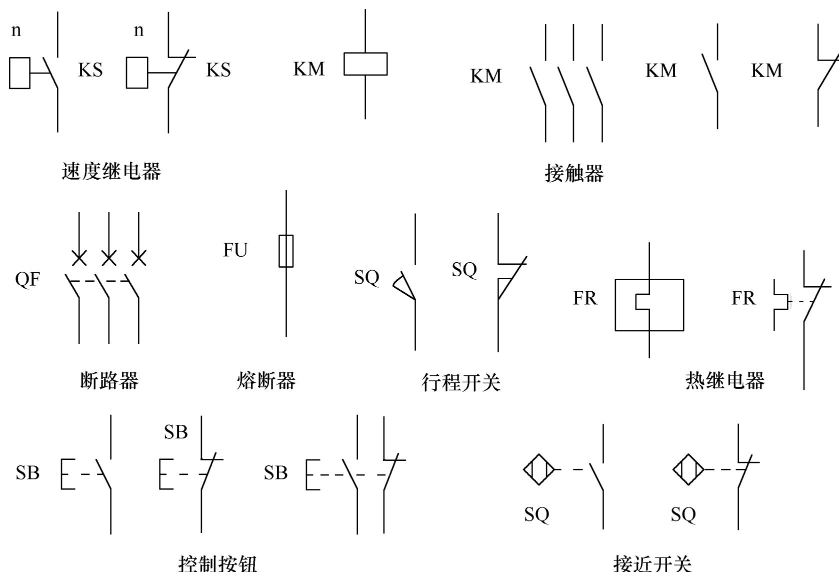


图 11-33　图形符号

2. 电气控制系统中常见的文字符号

文字符号用以标明电气设备、装置和元器件的名称、功能和特征。包括基本文字符号和辅助文字符号。表 11-2 列出了电气控制系统中常见的文字符号。

表 11-2　电气控制系统中常见的文字符号

基本文字符号					
符号	描　　述	符号	描　　述	符号	描　　述
C	电容	EH	发热器件	EL	照明电
EV	空气调节器	FA	带瞬时动作的限流保护器件	FR	带延时动作的限流保护器件
FS	带瞬时、延时动作的限流保护器件	FU	熔断器	FV	限压保护器件
GS	同步发电机	GA	异步发电机	GB	蓄电池
HA	报警器	HL	指示灯	KA	过电流继电器
KM	接触器	KR，FR	热继电器	KT	延时继电器
L	电感	M	电动机	MS	同步电动机
MT	力矩电动机	PA	电流表	PJ	电能表
PS	记录仪表	PV	电压表	QF	断路器

（续）

基本文字符号					
符号	描述	符号	描述	符号	描述
QM	电动机保护开关	QS	隔离开关	TA	电流互感器
TC	电源互感器	TV	电压互感器	XB	连接片
XJ	测试插孔	XP	插头	XS	插座
XT	端子排	YA	电磁铁	YM	电动阀
YV	电磁阀				
辅助文字符号					
符号	描述	符号	描述	符号	描述
A	电流、模拟	AC	交流	AUT	自动
ACC	加速	ADD	附加	ADJ	可调
AUX	辅助	ASY	异步	BRK	制动
BK	黑	BL	蓝	BW	向后
C	控制	CW	顺时针	CCW	逆时针
D	延时、数字	DC	直流	DEC	减
E	接地	EM	紧急	F	快速
FB	反馈	FW	向前	GN	绿
H	高	IN	输入	INC	增
IND	感应	L	低、限制	LA	闭锁
M	主、中间线	MAN	手动	N	中性线
OFF	断开	ON	闭合 +	OUT	输出
P	压力、保护	PE	保护接地	PEN	保护接地与中性共用
PU	不接地保护	R	记录、反	RD	红
RST	复位	RES	备用	RUN	运行
S	信号	ST	启动	SET	置位、定位
SAT	饱和	STE	步进	STP	停止
SYN	同步	T	温度、时间	TE	无干扰接地
V	速度、电压、真空	WH	白	YE	黄

3. 设置绘图环境

设置绘图环境是绘图前非常必要的绘图准备工作，根据绘制图形的复杂程度合理地设置绘图环境，可以为绘制图形带来方便，若绘图前不进行绘图环境设置，如绘图比例、幅面和图层等，对于比较复杂的图形，绘制中途改变比例和幅面就可能造成显示混乱，图层设置不合理，编辑修改图形就比较困难。

☞ 花费一些时间合理设置绘图环境是非常必要的，可以提高绘图效率并使绘制的图形条理清晰，布局合理，图形协调美观，同时也便于打印出标准图。

设置绘图环境并绘制交流电动机符号。

实例文件：example\Chll\jiaoliudianji.dwg



操作步骤

1）建立新文件：打开 AutoCAD2012 应用程序，单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso. dwt”文件后单击“打开”按钮，将样板文件打开，如图 11-34 所示。



图 11-34 打开样板文件

2）在样板文件的新窗口中，单击工具栏中的“保存”按钮，然后重新设置样板文件的保存路径，将新文件命名为“电动机符号 . dwg”。

3）设置工作空间：单击状态托盘中的“切换工作空间”命令按钮，勾选“AutoCAD 经典”，那么经典的 AutoCAD 操作界面就会设定为当前界面。经典操作界面如图 11-35 所示。

4）设置绘图工具栏：若想重新设置绘图工具栏，关闭不常用的工具栏，在工具栏区域的任意处单击鼠标右键，在打开的快捷菜单中勾选“标准”、“图层”、“特性”、“绘图”、“修改”和“标注”6 个选项，当这些工具栏出现后，将其移动到绘图窗口中的适当处，如图 11-36 所示。

5）设置文字样式：在菜单栏依次执行“格式”/“文字样式”命令，系统弹出“文字样式”对话框，设定“样式（S）:”为“Standard”、“字体名（F）:”为“仿宋_GB2312”、“字体样式（Y）:”为“常规”、“高度（T）”为“14”、“宽度因子（W）:”为“1”、“倾斜角度（O）:”为“0”，然后单击“置为当前（C）”按钮，再单击“应用（A）”按钮并关闭该对话框，如图 11-37 所示。

6）设定栅格：开启栅格，单击状态栏中的“栅格显示”按钮，或者按快捷键 F7，

在绘图窗口中将显示栅格，命令行中会提示“命令：<栅格　开>”。关闭栅格，可以再次单击状态栏中的“栅格”按钮▦，或者按快捷键 F7。

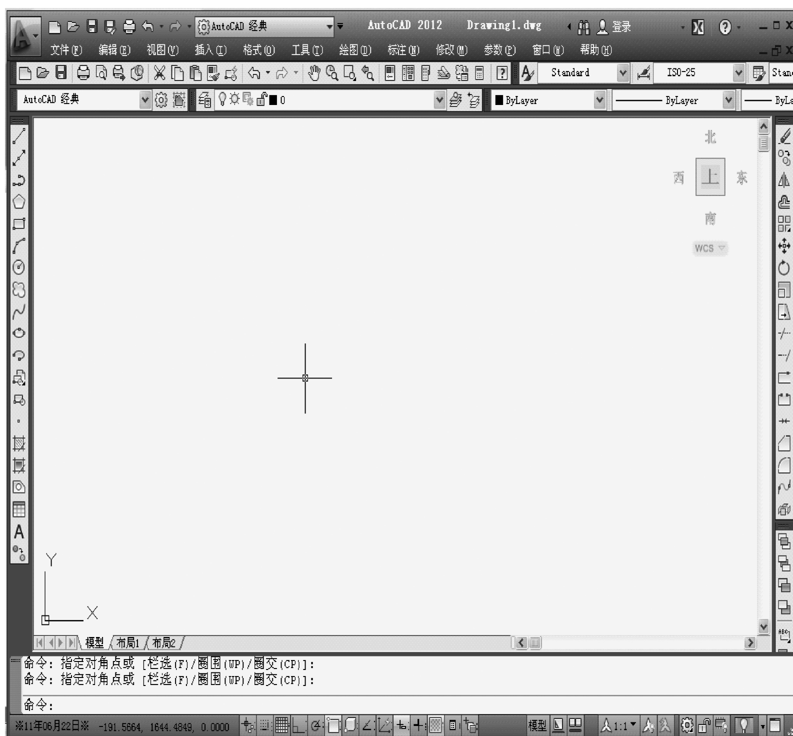


图 11-35　经典操作界面



图 11-36　设置绘图工具栏

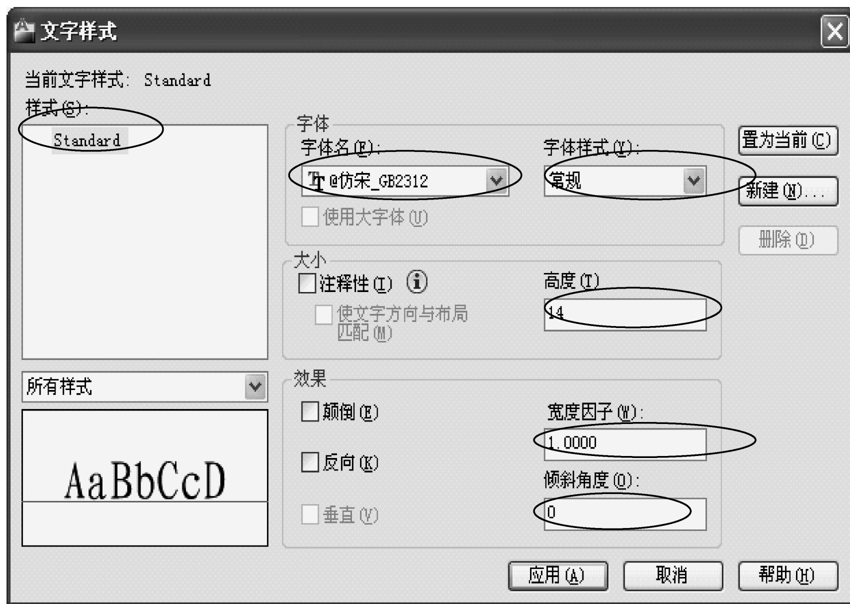


图 11-37　设置文字样式

7）绘制圆：在模型空间中，单击“绘图”工具栏中的“圆”按钮，以点（200，200）为圆心，绘制一个直径为 10 的圆，如图 11-38 所示。

8）生成字母 M：单击“绘图”工具栏中的“多行文字”按钮，在绘图区的适当位置通过点击鼠标左键指定第一角点和对角点，会出现“文字格式”对话框，在其文字输入区输入大写字母 M 并点击“确定”按钮，生成字母 M，如图 11-39 所示。

9）输入字母 M：选中字母 M，单击“修改”工具栏中的“移动”按钮，当命令行提示“指定基点或［位移（D）］ <位移>：”时，移动光标至字母 M 的中间下端位置处单击鼠标左键，指定基点，当命令行提示“指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>：”时，单击状态栏中的“捕捉模式”按钮，打开捕捉模式，单击状态栏中的“正交模式”按钮，关闭正交模式，移动光标捕捉圆心并单击鼠标左键，指定第二个点，此时字母 M 被移入圆中，如图 11-40 所示。

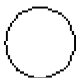


图 11-38　绘制圆

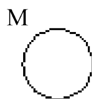


图 11-39　生成字母 M

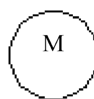


图 11-40　输入字母 M

10）绘制交流符号：使用“绘图”工具栏中的“直线”工具，打开“捕捉模式”和“正交模式”，通过圆心绘制十字线，如图 11-41 所示。

11）单击“修改”工具栏中的“偏移”按钮，选择圆的水平中心线为偏移对象，分别以偏移距离 1、1.5 和 2 向下绘制 3 条水平直线，再选择圆的垂直中心线为偏移对象，分别以偏移距离 0.5 和 1 向两边各绘制 2 条垂直直线，如图 11-42 所示。



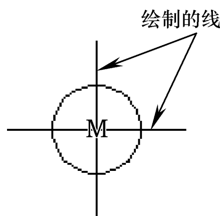


图 11-41　绘制十字线

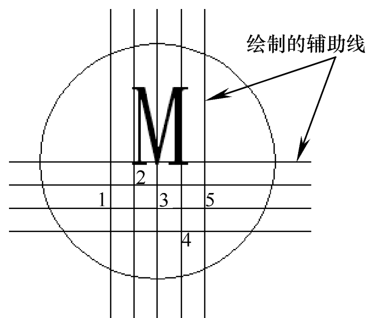


图 11-42　绘制辅助线

12）单击“绘图”工具栏中的“样条曲线”按钮，通过单击状态栏中的“捕捉模式”按钮、“正交模式”按钮，和“对象捕捉”按钮，关闭捕捉模式和正交模式，打开对象捕捉，移动光标依次捕捉交点 1、2、3、4 和 5 并确定，即生成交流符号，如图 11-43 所示。

13）单击“修改”工具栏中的“删除”按钮，删除所有直线，得到所要绘制的交流电动机符号，如图 11-44 所示。

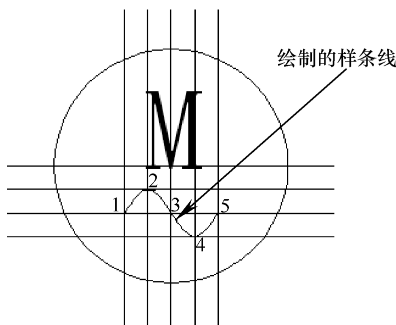


图 11-43　绘制交流符号

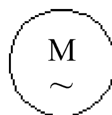


图 11-44　交流电动机符号

11.2.3　图块功能的应用

1. 创建图块

块是一个或多个对象形成的对象集合，对于常用的复杂、重复图形生成图块，图块作为一个整体可以根据做图需要将其插入到图中任意指定位置，并可以按不同比例和旋转角度插入。使用图块功能可以大大提高绘图效率，节省存储空间，便于修改图形等。下面将图 11-44 所示的图形创建成名为“交流电动机符号”的图块。

图块的创建如下：



操作步骤

1）开启块定义对话框：单击“绘图”工具栏中的“创建块”按钮，系统将打开“块定义”对话框。

2）在对话框的“名称（N）”文本框中输入“交流电动机符号”；在“基点”选项区单击“拾取点”按钮，在切换到的绘图区捕捉交流电动机符号的圆心作为块的基点，此时基点的坐标会自动显示在对话框中，如图 11-45 所示。



图 11-45 “块定义”对话框

3）在“对象”选项区，单击“选择对象”按钮，然后在切换到的绘图区选择交流电动机符号的所有图形元素作为创建块的包含对象，如图 11-46 所示。

4）最后单击对话框中的“确定”按钮完成块的创建，此时原图形中的四个图形元素已转化为了图块，形成了一个对象，如图 11-47 所示。

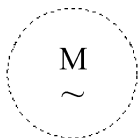


图 11-46 选择对象

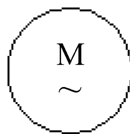


图 11-47 创建图块

☞ 在创建图块过程中，当命令行提示输入基点和选择创建块的对象时，也可以通过打开的“块定义”对话框，分别在“基点”选项区和“对象”选项区中勾选“在屏幕上指定”复选框，以便在绘图区确定基点和选择对象的方式来完成图块的创建。

2. 图块调用

创建好的图块，可以通过块的插入命令随时调用，在将图块插入到当前图形时，可以改变图块的大小和位置。下面将图 11-44 所示的图形名为“交流电动机符号”的图块插入到供电简图中为例，简述图块调用的操作方法：





操作步骤

1）单击“绘图”工具栏中的“插入块”按钮，系统将打开块“插入”对话框。

2）单击“名称”文本框的下拉按钮，在下拉列表框中会显示所有已定义的内部块的名称，选择“交流电动机符号”名称，图形将会在预显区出现所要插入的图形。

3）在块“插入”对话框中，分别在“插入点”、“比例”和“旋转”选项区勾选“在屏幕上指定”和“统一比例”复选框，然后单击“确定”按钮，如图 11-48 所示。



图 11-48　块“插入”对话框

4）在切换到的绘图区，捕捉如图 11-49 供电简图所示的 A 点并确认作为插入图块的基点，当询问比例因子和旋转角度时，分别在命令行输入 1 和 0。

5）单击“修改”工具栏中的“移动”按钮，当命令行提示“选择对象”时，选择交流电动机图块，当图形变为虚线显示时表示选中，回车，当命令行提示“指定基点”时，捕捉垂线与圆的交点，作为位移的第一参照点，然后移动光标捕捉垂线的端点即 A 点，也就是位移第二点，作为移动的目标点，至此图块被调用至目标位置，如图 11-50 所示。至此完成交流电动机供电简图的绘制。

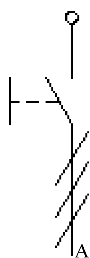


图 11-49　供电简图

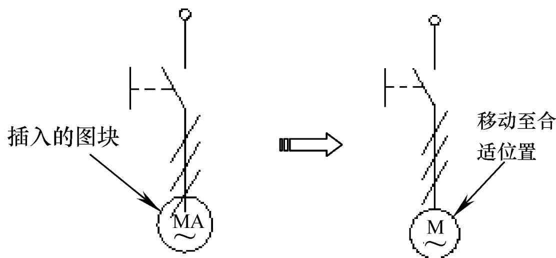


图 11-50　插入图块并移动图块

11.3　三相交流异步电动机控制电气设计

三相交流异步电动机作为主要动力源，在机床行业应用非常广泛。它具有结构简单、体积小、驱动转矩大、操控容易和工作可靠的特点，因此设计其控制电路，保证电动机可靠正反转起动、停止和过载保护等在工业领域具有重要意义。

下面以 3 个典型的案例让读者轻松掌握三相交流异步电动机控制电气在 AutoCAD 中的设计技巧及设计流程。

11.3.1 供电简图设计

实例文件：example\Ch11\gongdianjiantu.dwg
操作录像：视频\Ch11\gongdianjiantu.avi

三相交流异步电动机供电简图旨在说明电动机的电流走向，示意性地表示电动机的起动和停止，表达电动机供电与控制的基本功能。供电简图的价值在于它忽略其他复杂的电气元件和电气规则，以十分简单而且直观的方式传递一定的电气工程信息。

绘图环境设置具体参照本章 11.2.2 节，当图形中有非连续线如虚线、点画线等线型时，需根据图形界限设置的大小，适当设置线型比例如“全局比例因子”和“当前对象缩放比例”，否则可能出现非连续线，如虚线显示效果不佳或不显示（即虚线显示为实线）。

本案例三相交流异步电动机供电简图设计完成的效果如图 11-51 所示。

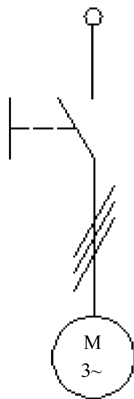


图 11-51　供电简图


操作步骤

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso.dwt”后单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将新文件命名为“供电简图.dwg”并保存，如图 11-52 所示。

2）插入图块：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，在当前绘图区域适当位置内依次插入已经绘制完成的“三相交流异步电动机”和“单极开关”图块，如图 11-53 所示。


调用已有的图块能够大大节省绘图的工作量，显著提高绘图效率，专业的电气设计人员一般都有一个自己的常用图块库。



图 11-52　保存绘图样板

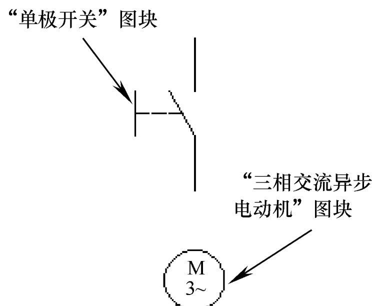


图 11-53　插入图块



3）移动单极开关图块：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，以单极开关图块中的下端端点为移动基点，以三相交流异步电动机图块中的圆心为移动目标点进行移动，如图 11-54 所示。

4）再次移动单极开关图块：在前步的基础上，按“Enter”键，重新执行“移动”命令，把单极开关图块移动到三相交流异步电动机图块的正上方，如图 11-55 所示。

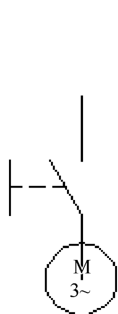


图 11-54　移动“开关”图块

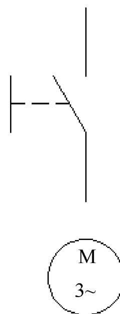


图 11-55　移动“开关”图块

5）分解图块：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解三相交流异步电动机和单极开关图块。

6）延伸直线：单击“修改”工具栏中的【延伸】命令按钮，以三相交流异步电动机符号中的圆周为延伸边界，以单极开关符号中下部引线为延伸对象，将其延伸至圆周，结果如图 11-56 所示。

7）绘制倾斜直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以直线中点为起点，绘制与水平方向成 60°、长度为 10 个单位的直线段，结果如图 11-57 所示。

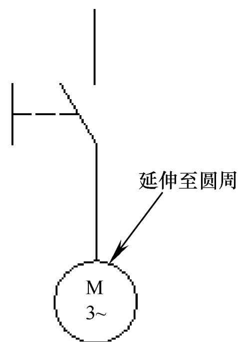


图 11-56　延伸直线

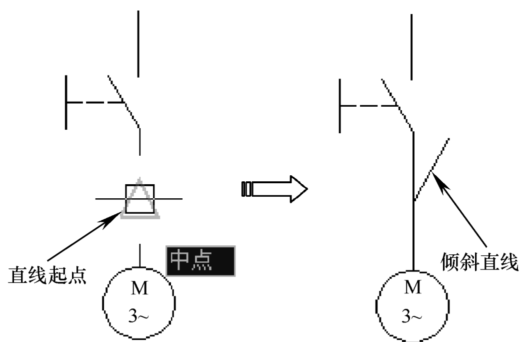


图 11-57　绘制倾斜直线

8）移动倾斜直线：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，选择移动对象倾斜直线，按鼠标右键回车确认，捕捉倾斜直线的中点作为移动对象的基点，然后移动光标，捕捉与圆相交的垂直线的中点作为移动对象的目标点，单击鼠标左键确认，结果如图 11-58 所示。

9）复制倾斜直线：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把上述步骤中完成的倾斜直线分别向上、下两个方向各复制一份，复制位移为 2 个单位，结果如图 11-59 所示。

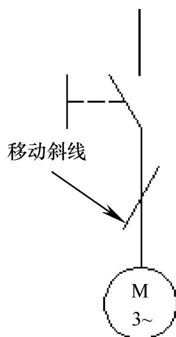


图 11-58　移动倾斜直线

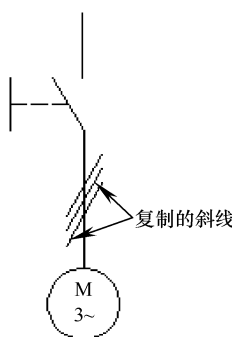


图 11-59　复制倾斜直线

10）绘制电源端子：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，以单极开关中导线的上端点为圆心，绘制半径为 2 的圆，作为电源端子符号。然后使用“修改”工具栏中的“移动”工具和“延伸”工具，把圆向上适当移动并延伸导线，结果如图 11-60 所示，这样就得到了三相交流异步电动机供电简图。

11.3.2　三相交流异步电动机供电系统图设计

实例文件：example\Ch11\ yibudiandongjigongdianxitong.dwg
操作录像：视频\Ch11\yibudiandongjigongdianxitong.avi

供电系统图是用来表示某项目供电方式和电能输送关系的电气图，比简图表达的电气信息更详尽些，不仅表达了电动机的供电方式、电流走向和示意性地表达了电动机的起动和停止，而且还表达了利用热继电器实现过载保护、机壳接地等信息。

本案例设计完成的供电系统图如图 11-61 所示。绘图环境设置从略，供电系统图详细绘制步骤如下：

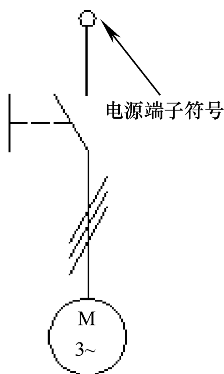


图 11-60　供电简图

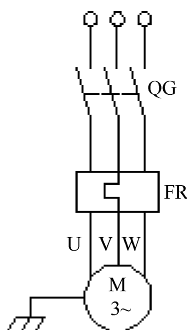


图 11-61　供电系统图


操作步骤

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso. dwt”后单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将



新文件命名为“三相交流异步电动机供电系统图.dwg”并保存。

2）插入图块：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，在当前绘图区域内依次插入已经绘制完成的“三相交流异步电动机”和“多级开关”图块，如图11-62所示。

3）调整图块位置：调位目标是使多级开关下端中间直线的延长线能通过电动机符号的圆心。单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，首先移动电动机图块至多级开关处，并使其圆心与多级开关下端中线端点重合，打开正交模式，再次移动电动机图块时，以圆心为移动基点，垂直向下移动到适当位置为目标点，结果如图11-63所示。

4）分解图块：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解三相交流异步电动机和多级开关图块。

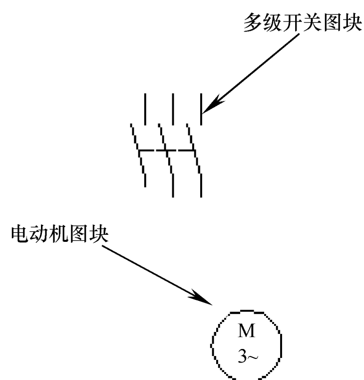


图11-62　插入图块



图11-63　调整图块

5）拉伸导线：单击“修改”工具栏中的“拉伸”命令按钮，选中多级开关中下面的三根导线，然后以其下端点为拉伸基点向下拉伸5个单位；同理把多级开关中上面的三根导线以其上端点为拉伸基点向上拉伸3个单位，如图11-64所示。

6）绘制热继电器外壳：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以多级开关中最左边线段的下端点作为绘制矩形的第一个角点，输入相对坐标点（@12，−6）为绘制矩形另一角点，绘制一个长度为12个单位，宽度为6个单位的矩形，如图11-65所示。

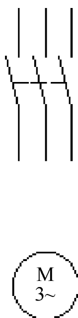


图11-64　拉伸导线

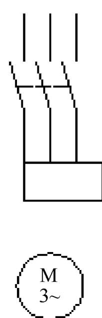


图11-65　绘制热继电器外壳

7）移动矩形：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，以上步绘制矩形中的上边线中点为移动基点，以多级开关中间引线的下端点为移动目标点，移动上步绘制的矩形，结果如图 11-66 所示。

8）绘制小矩形：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以前面绘制的矩形上边线中点作为新绘制矩形的第一个角点，输入相对坐标（@ -2，-2）为绘制矩形的另一个角点，绘制一个长度为 2 个单位、宽度为 2 个单位的矩形，如图 11-67 所示。

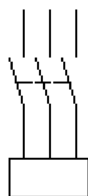


图 11-66　移动矩形

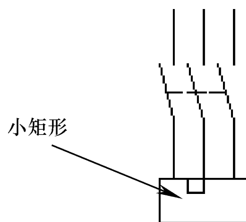


图 11-67　绘制小矩形

9）移动小矩形：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把上步绘制的小矩形向下移动 2 个单位，结果如图 11-68 所示。

10）分解小矩形和删除边线：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解上述绘制的小矩形。然后单击“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除小矩形的右边线，结果如图 11-69 所示。

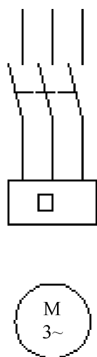


图 11-68　移动小矩形

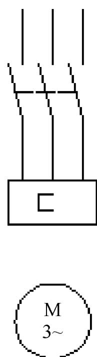


图 11-69　分解和修改小矩形

11）延伸连接导线：单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，以三相交流异步电动机符号中的圆周为延伸边界，以多级开关符号中的下面三条引线为延伸对象，将其延伸至圆周，结果如图 11-70 所示。

12）修剪连接导线：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以大矩形的上下两边为修剪边，修剪掉大矩形内部左右两侧的连接导线，如图 11-71 所示。然后以小矩形的上下两边为修剪边，修剪掉位于它们中间的连接导线，结果如图 11-72 所示。

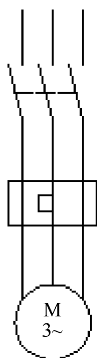


图 11-70　延伸连接导线

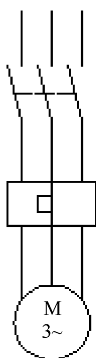


图 11-71　修剪导线

13）绘制机壳接地：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以三相交流异步电动机符号中圆的右象限点为起点，以适当长度绘制水平、竖直和水平三段直线，结果如图 11-73 所示。

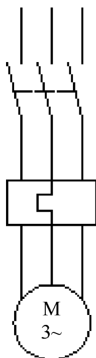


图 11-72　修剪导线

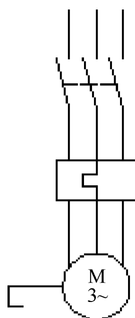


图 11-73　绘制机壳接地

14）镜像直线：单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，选择上步中绘制的下部水平直线为镜像对象，竖直直线为镜像线，把水平直线镜像复制一份，结果如图 11-74 所示。

15）绘制倾斜直线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以镜像直线的左端点为起点，绘制与水平方向成 125°、长度为 2 的倾斜直线，结果如图 11-75 所示。

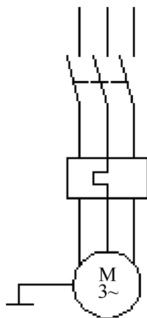


图 11-74　镜像直线

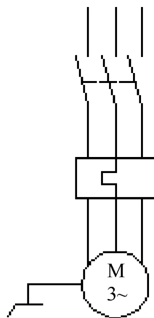


图 11-75　绘制倾斜直线

16）复制倾斜直线：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以倾斜直线的上端点为复制基点，分别以被镜像直线的左、右端点为复制目标点，把上步绘制的倾斜直线复制两份，结果如图 11-76 所示。

17）绘制输入端子：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，以多级开关中的上端三条引线的上部端点为圆心，分别绘制直径为 2 的圆，结果如图 11-77 所示。

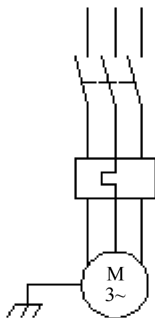


图 11-76　复制倾斜直线

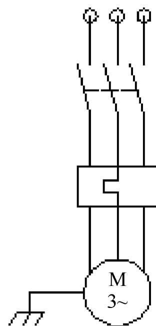


图 11-77　绘制输入端子

18）修剪图形：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，分别以上步完成的小圆圆周为修剪边界，修剪掉它们里面的线段，结果如图 11-78 所示。

19）设置注释层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“注释层”图层，并将该层设置为当前图层。

20）创建文字样式：单击“文字”工具栏中的“文字样式”命令按钮，弹出“文字样式”对话框，单击“新建（N）”命令，新建一个名为“注释”的新文字样式，参数设置如图 11-79 所示，把“注释”文字样式置为当前，关闭“文字样式”对话框。

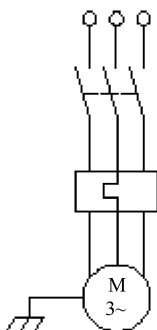


图 11-78　修剪图形



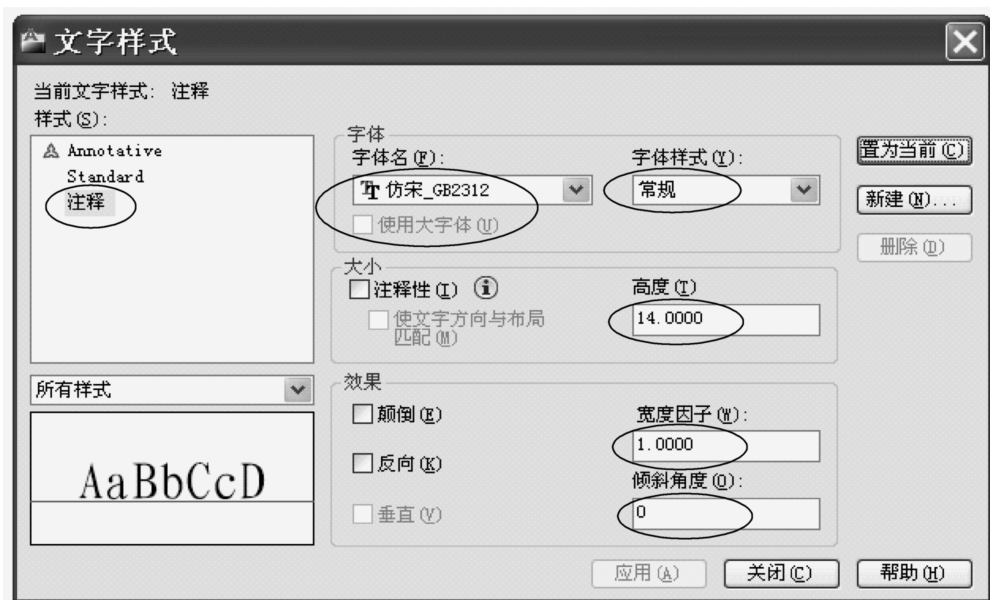


图 11-79　创建文字样式

21）添加和移动注释：单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，输入各个文字注释。然后使用“修改”工具栏中的“移动”工具，调整各个注释位置，使注释显示整齐美观。这样就完成了三相交流异步电动机供电系统图的绘制，结果如图 11-80 所示。

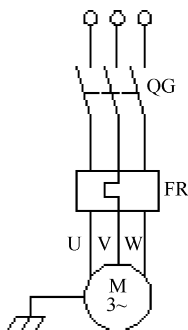
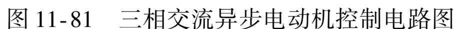


图 11-80　三相交流异步电动机供电系统图

11.3.3　三相交流异步电动机控制电路图设计

上节绘制的三相交流异步电动机供电系统图，反映了电动机的供电关系，但没有反映电动机的控制电路，即没有反映电动机的起/停、正/反转控制等，从而不能反映人们的控制意图。本节将详细设计三相交流异步电动机的控制电路，即正/反转起动控制电路和自锁电路。

本案例设计完成的三相交流异步电动机控制电路图如图 11-81 所示。控制电路图详细绘制过程如下：


图 11-81　三相交流异步电动机控制电路图

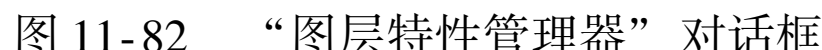
1. 设置绘图环境

实例文件：example\Ch11\kongzhi.dwg
操作录像：视频\Ch11\kongzhi.avi

操作步骤

1）建立新文件：打开 AutoCAD 2012 应用程序，单击“标准”工具栏中的“打开”现有的图形文件命令按钮，将会出现“选择文件”对话框，从中选择上节绘制的“三相交流异步电动机供电系统图 . dwg”图形文件并打开，设置保存路径，把该文件另存为“三相交流异步电动机控制电路图 . dwg”。

2）新建图层：依据绘制图形的繁简程度，设置绘图层次，分层绘制电气工程图有利于绘图、编辑修改以及工程图的管理。单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“控制线路”、“注释层”和“虚线绘制”3 个图层，在设置“虚线绘制”图层时，将线型改为虚线，参数设置如图 11-82 所示。在“控制线路”图层上绘制三相交流异步电动机的控制线路，在


图 11-82　“图层特性管理器”对话框



“注释层”图层上绘制控制线路的文字标示，在“虚线绘制”图层上绘制所有的虚线。

3）设置非连续线的显示效果：非连续线是指虚线、点画线等，它们的显示效果与图形界限设置的大小（图幅的大小）、全局比例因子和当前对象的缩放比例等项相联系，如设置不合理，可能出现非连续线显示为实线或显示效果不佳等现象，因此要合理设置相关参数。在菜单栏依次执行“格式”/“线型”命令，系统弹出“线型管理器”对话框，单击“显示细节”按钮，改变“全局比例因子”参数即可改变虚线的显示效果，本例设置为0.2。具体参数设置如图11-83所示。

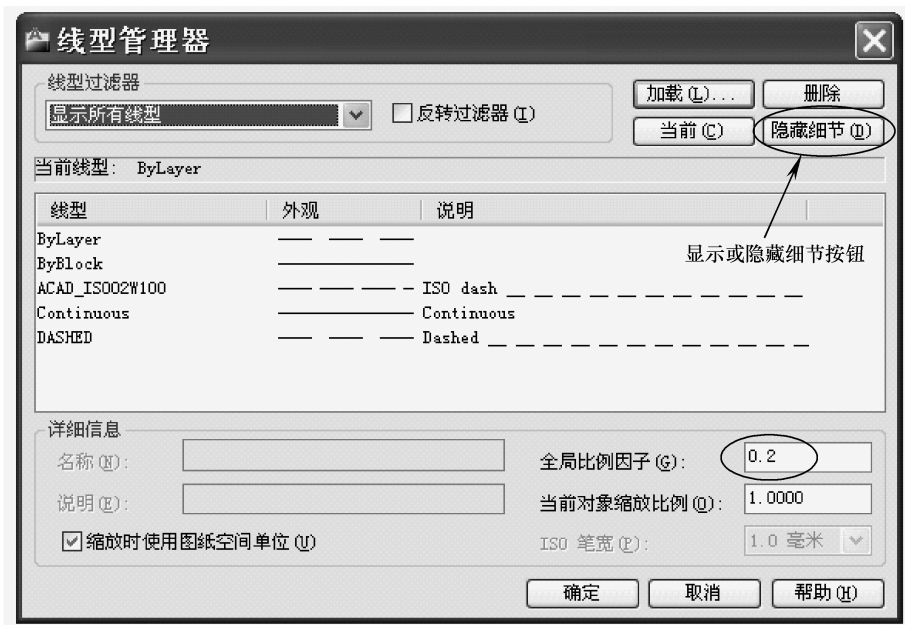


图11-83　“线型管理器”对话框

4）设置绘图工具栏：在工具栏区域的任意处单击鼠标右键，在打开的快捷菜单中仅勾选“标准”、“图层”、“特性”、“绘图”、“修改”和“标注”6个选项，当这些工具栏出现后，将其移动到绘图窗口中的适当处。

5）设置文字样式：在菜单栏依次执行“格式”/“文字样式”命令，在系统弹出“文字样式”对话框中设定“样式（S）:”为“Standard”、“字体名（F）:”为“仿宋-GB23/2”、“字体样式（Y）:”为“常规”、“高度（T）”为“3.5”、“宽度因子（W）:”为“1”、“倾斜角度（O）:”为“0”，然后单击“置为当前（C）”按钮，再单击“应用（A）”按钮并关闭该对话框。参考图11-79设置。

6）设定栅格：开启栅格，单击状态栏中的“栅格”按钮▦，或者按快捷键F7，在绘图窗口中将显示栅格，命令行中会提示“命令：<栅格开>”。关闭栅格，可以再次单击状态栏中的“栅格”按钮▦，或者按快捷键F7。

2. 绘制正向起动控制电路

在打开的“三相交流异步电动机供电系统图.dwg”图形文件并设置好绘图环境的基础上，绘制正向起动控制电路。



操作步骤

1）移动图形：将“控制线路”图层设置为当前图层，单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，打开正交模式防止偏移，将热继电器及其以下部分向正下方移动一段距离，为绘制控制系统供电线和交流接触器主触点留出空间，如图 11-84 所示。

2）调整图形：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉多级开关下部左侧线段的下端点绘制一条向右的水平直线，然后使用“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以新画的水平直线为修剪边界，修剪中间线段，然后选中水平直线，用键盘上的 Delete 键将其删除，结果如图 11-85 所示。

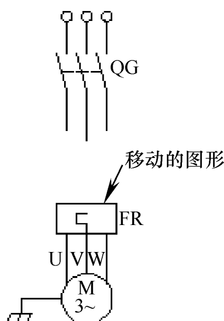


图 11-84　移动图形

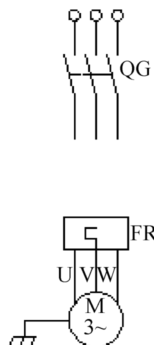


图 11-85　调整图形

3）绘制控制支路供电线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，打开“正交模式”，从打开的“对象捕捉”工具栏中，选中“捕捉到最近点”模式，从刀开关（QG）下部的供电线上向右绘制两条直线，为控制系统供电，结果如图 11-86 所示。

4）绘制交流接触器主触点：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，以多级开关左引线的下端点为起点向下绘制两段直线，第一段长度为 6，第二段与热继电器外壳矩形线框上边相交，结果如图 11-87 所示；然后单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，以新绘制的第一段直线的下端点为旋转中心，关闭正交模式，把第一段直线旋转 15°，结果如图 11-88 所示，得到一对常开主触点。

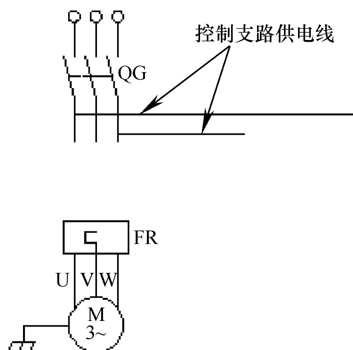


图 11-86　绘制控制系统供电线

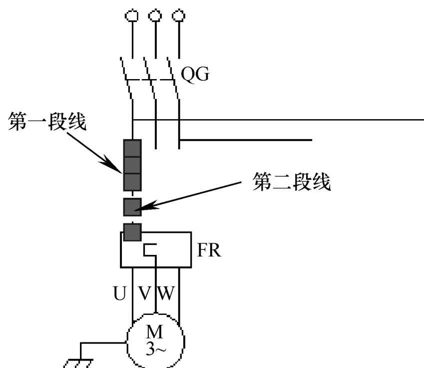


图 11-87　绘制两段直线



5）复制主触点：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，以多级开关左引线的下端点为复制对象的基点，分别以多级开关中间引线和右引线的下端点为复制对象的目标点，把上步中绘制的常开主触点向右复制两份，然后将图层转换为“虚线绘制”图层，单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制表示主触点联动的虚线，结果如图11-89所示，完成了交流接触器三对常开主触点的绘制。

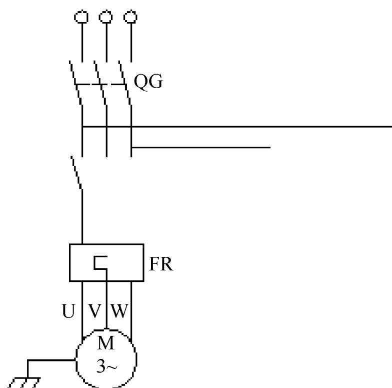


图11-88 旋转直线

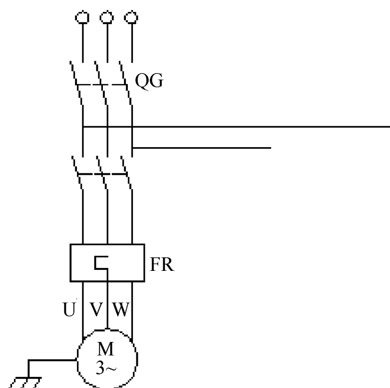


图11-89 复制主触点

6）延伸中间导线：单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，以热敏感元件符号的上边为延伸边界，把交流接触器中间主触点下面的导线向下延伸，如图11-90所示。

7）插入常闭急停按钮：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，从以前绘制的块中插入常闭手动按钮符号，适当调整插入比例，保证元件符号与本图比例合适，结果如图11-91所示。

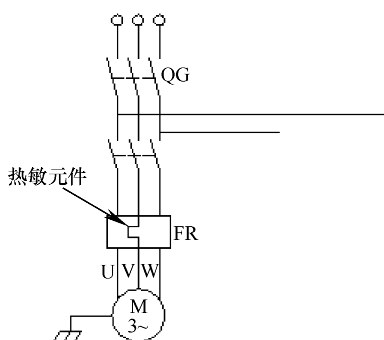


图11-90 延伸导线

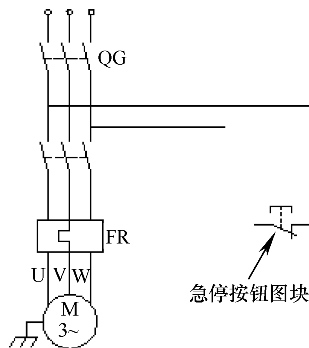


图11-91 插入常闭急停按钮

8）移动和连接常闭急停按钮：在状态栏中启动“对象捕捉”和“对象捕捉追踪”功能，应用自动追踪功能精确位移图形。单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，选择移动对象急停按钮图块，当命令行提示指定基点时，移动光标自动捕捉急停按钮最左端点为图形移动基点；然后预捕捉控制支路短供电线的右端点作为追踪点，此时移动光标，当显示垂直追踪矢量线时，按键盘向下箭头，再按Delete删除键，然后输入相对追踪点的偏移距离10，如图11-92所示；此时按Enter键精确定位移动目标位置，从而将常闭急停按钮移动

到所需要的位置；然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接按钮和供电线路，结果如图 11-93 所示。

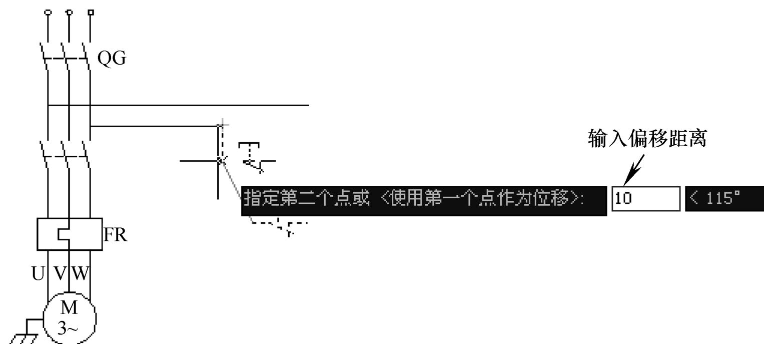


图 11-92　移动对象过程中自动追踪示意图

9）插入常开起动按钮：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，从以前绘制的块中插入常开手动按钮符号，适当调整插入比例，保证元件符号与本图比例合适，结果如图 11-94 所示。

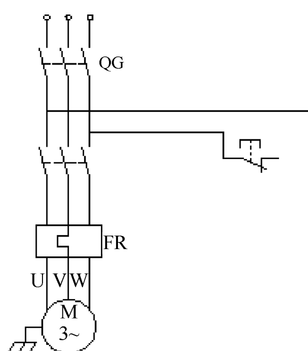


图 11-93　移动和连接常闭急停按钮

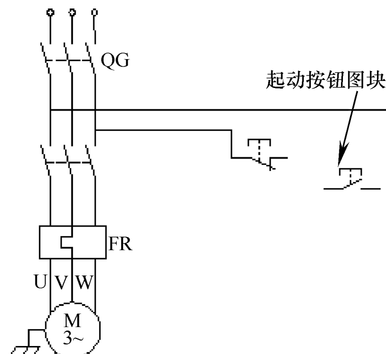


图 11-94　插入常开起动按钮

10）移动和连接常开起动按钮：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，在状态栏启动“对象捕捉”和“对象捕捉追踪”功能，依据捕捉和追踪功能移动常开手动按钮到适当位置，并使其连接导线与常闭急停按钮的连接导线在同一水平线上。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制连接线使常开起动按钮与常闭急停按钮相连，结果如图 11-95 所示。

11）绘制正向交流接触器符号：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制一个长度为 4、宽度为 6 的矩形。

12）移动和连接正向交流接触器：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，利用对象捕捉的“延长线追踪功能”，把交流接触器符号移动到适当位置，具体操作是捕捉新绘矩形左长边的中点作为移动对象的基点，使移动的目标点与预连接的直线同线并偏离合适的距离。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接交流接触器和常开起动按钮，结果如图 11-96 所示。



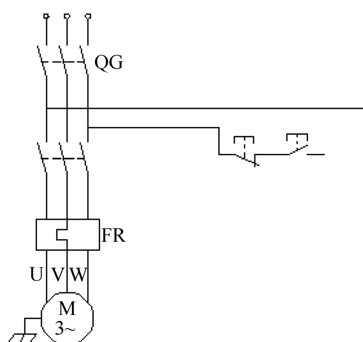


图 11-95　移动和连接常开按钮

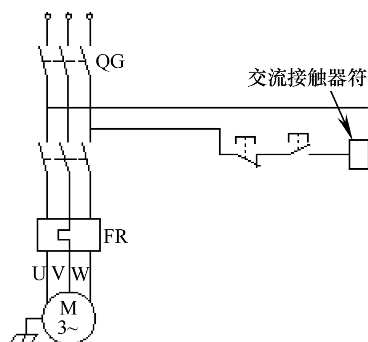


图 11-96　移动和连接正向交流接触器

13）制作交流接触器辅助触点：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，应用自动追踪功能，把常开手动按钮垂直向下相距 15 个单位的位置复制一份；然后单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解复制的图块，删除多余的图形元素，并使用镜像命令按钮，使触点斜线向下镜像并删除源对象，结果如图 11-97 所示。

14）连接交流接触器辅助触点：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把辅助触点连接到线路中，如图 11-98 所示。交流接触器辅助触点在线路中起自锁作用。

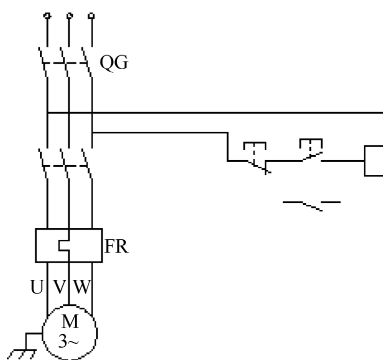


图 11-97　制作交流接触器辅助触点

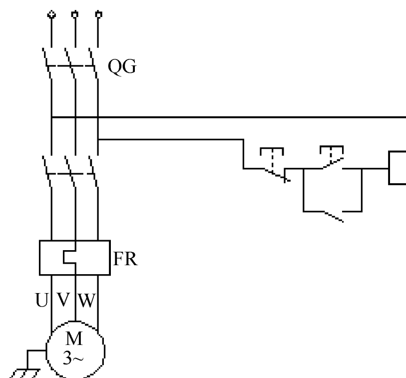


图 11-98　连接交流接触器辅助触点

15）绘制热继电器常闭触点符号：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，应用对象捕捉功能，复制一份常闭急停按钮至矩形右边长的中点处，结果如图 11-99 所示。

16）分解图块并绘制虚线：单击“修改”工具栏中的“分解”命令按钮，分解新复制的图块，删除手动按钮符号；单击“图层”工具栏中“图层控制”按钮，弹出下拉菜单，单击选择“虚线绘制”，使其成为当前图层；使用“绘图”工具栏中的“直线”工具，捕捉斜线中点绘制虚线，结果如图 11-100 所示。

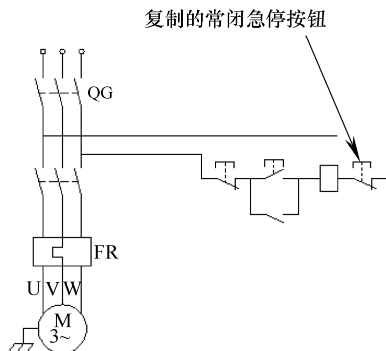


图 11-99　复制常闭急停按钮

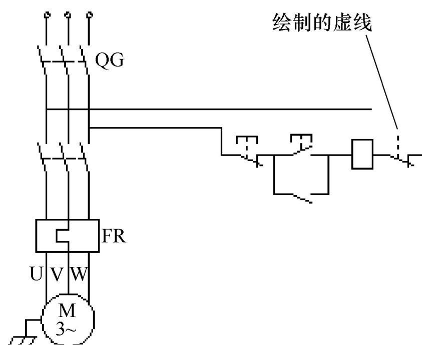


图 11-100　分解图块删除多余图形元素

17）绘制热继电器常闭触点控制符号：重新将“控制线路”图层置为当前图层，单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，打开“极轴追踪”和“对象捕捉”，自动捕捉虚线的下端点，移动光标向右追踪绘制长度为 1 个单位的线段，接续向下追踪绘制长度为 2 个单位的线段，再接续向右追踪绘制长度为 2 个单位的线段，双击 Enter 键绘制结束，结果如图 11-101 所示；单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以虚线为镜像线，把上步中绘制的折线镜像复制一份，结果如图 11-102 所示，至此绘制完成热继电器常闭触点符号。

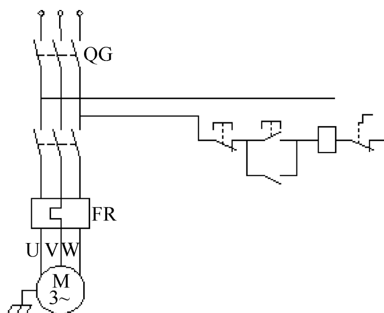


图 11-101　应用极轴追踪功能绘制折线

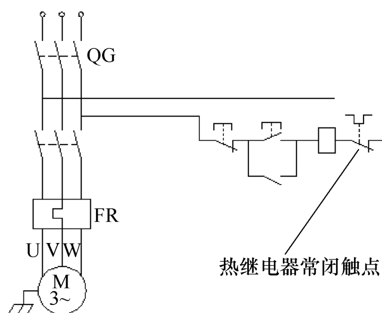


图 11-102　镜像完成热继电器常闭触点符号绘制

18）连接热继电器常闭触点：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接触点和供电线路，结果如图 11-103 所示，完成了正向起动控制电路的绘制。

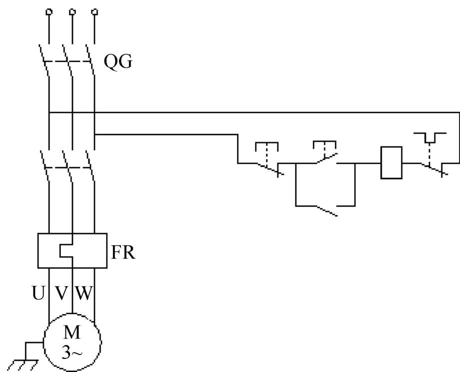


图 11-103　正向起动控制电路



3. 绘制反向起动控制电路

反向起动需要交换两相相电压，对主回路线路应该适当做出修改，只要控制电动机反转的交流接触器主触点闭合时交换了 U 和 W 两相，就能实现电动机反转的目的。其绘制过程与绘制正向起动控制电路基本相同，具体绘制步骤如下：



操作步骤

1）绘制反向交流接触器主触点：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把正向起动控制电路的主触点向右复制，作为反向控制电路的主触点，如图 11-104 所示。

2）连接主触点和修改图形：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接主触点与主线路；然后利用“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮和“删除”命令按钮，修剪并删除多余的直线，结果如图 11-105 所示。

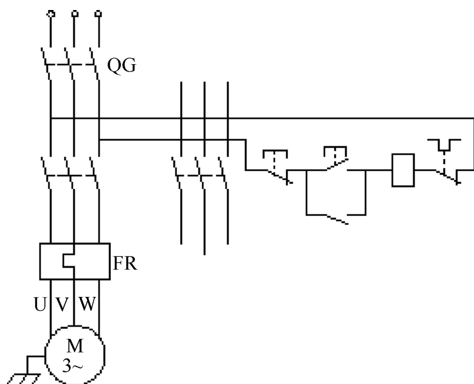


图 11-104　绘制反向交流接触器主触点

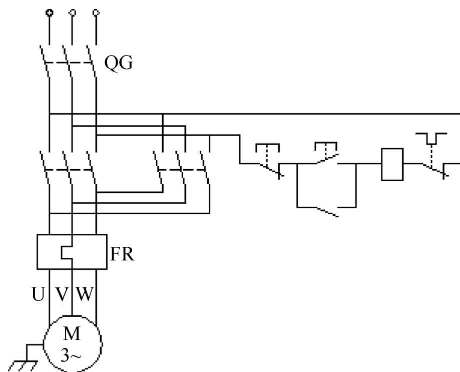


图 11-105　连接主触点和修改图形

3）绘制反向起动控制电路：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把正向起动控制电路向下复制一份，作为反向起动控制电路；然后利用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把反向起动控制电路连接到线路中；最后，利用“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮和“删除”命令按钮，修剪并删除多余的直线，结果如图 11-106 所示，这样完成了反向起动控制电路的绘制。

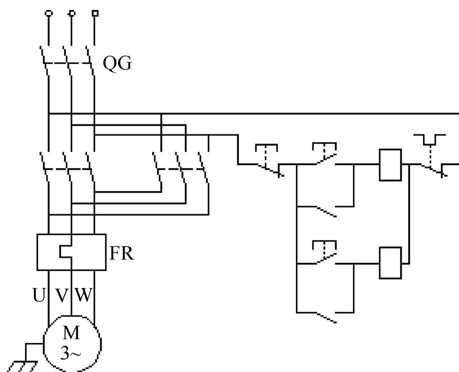


图 11-106　绘制反向起动控制电路

4. 添加注释



操作步骤

1）更换图层：单击“图层”工具栏中的“图层控制”按钮，弹出下拉菜单，单击选择“注释层”，使其成为当前图层。

2）添加和移动注释：单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，输入各个文字注释；最后，使用“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，调整各个注释位置，使注释显示整齐美观，结果如图 11-107 所示，得到了完整的三相交流异步电动机正/反转控制线路图。

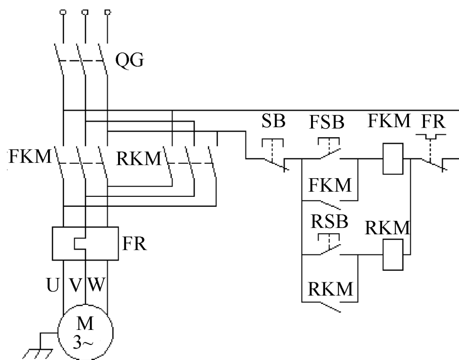


图 11-107　添加注释


在正向起动控制电路中，交流接触器辅助触点 FKM 是自锁触点。其作用是当放开起动按钮 FSB 后，仍可以保证交流接触器线圈 FKM 通电，保证电动机正常运行。通常将这种接触器或者继电器本身的触点来使其线圈保证通电的环节称为自锁环节，在电气设计中经常采用。


本节详细介绍了三相交流异步电动机控制电路图的设计过程，具体分为 3 个步骤：首先设计了三相交流异步电动机的供电简图；然后设计了三相交流异步电动机的供电系统图；最后设计了三相交流异步电动机的控制电路图，由粗糙到精细地完成了整个设计过程。三相交流异步电动机是工业场合最常用的电气驱动器，在后面的章节中都有它的具体应用，本节详述其设计过程为后面章节做了一定的铺垫。

11.4　普通车床电气设计

在一般机器制造企业中，车床约占金属切削机床总台数的 20% ~35%。主要用于加工内外圆柱面、圆锥面、端面、成形回转面以及内外螺纹面等。车床类机床的运动特征是主运动为主轴作回转运动，进给运动通常由刀具来完成。

车床的种类很多，按用途和结构的不同有卧式车床、立式车床、转塔车床、自动和半自

动车床以及各种专门化车床等，其中卧式车床是应用最广泛的一种。车床在加工工件时，随着工件材料和材质的不同，应选择合适的主轴转速及进给速度和进给量。一般车床都采用转速固定的交流异步电动机驱动主轴，依靠主轴变速器改变主轴转速。为适应不同的加工需要，主轴需要能够正/反转，这个要求一般是通过扳动离合器来实现的。进给运动通常是通过主轴运动分出一部分动力，通过挂轮箱传给进给箱来实现的。车床一般都设有交流电动机拖动的冷却泵，实现切削过程中的冷却，有的还专门设有一台润滑泵对系统进行润滑。

CA6140 型卧式车床，其结构具有典型的卧式车床布局，它的通用性程度较高，加工范围较广，适合于中、小型的各种轴类和盘套类零件的加工；能车削内外圆柱面、圆锥面、各种环槽、成形面及端面；能车削常用的米制、英制、模数制及径节制 4 种标准螺纹，也可以车削加大螺距螺纹、非标准螺距及精密的螺纹；还可以进行钻孔、扩孔、铰孔、滚花和压光等工作。

CA6140 型卧式车床电气控制线路有 3 个主要部分：从电源到 3 台电动机的电路称为主回路，这部分电路中流过的电流较大；由接触器、继电器等组成的电路称为控制回路；第三部分是照明及指示回路，由变压器二次侧供电，其中指示灯的电压为 6.3V，照明灯的电压为 36V 安全电压。下面分主回路、控制回路和指示回路 3 个部分来详细说明 CA6140 型车床控制线路的设计过程。

11.4.1　车床主回路的设计

实例文件：example\Ch11\chechuangzhuhuilu.dwg
操作录像：视频\Ch11\chechuangzhuhuilu.avi

主回路主要表达 3 台交流异步电动机的供电情况、过载保护和接触器触点的放置等，相当于 3 台并联交流异步电动机的供电系统图。因此，可以借鉴三相交流异步电动机的控制系统图进行设计。

本案例设计完成的车床主回路如图 11-108 所示。车床主回路图详细绘制步骤如下：

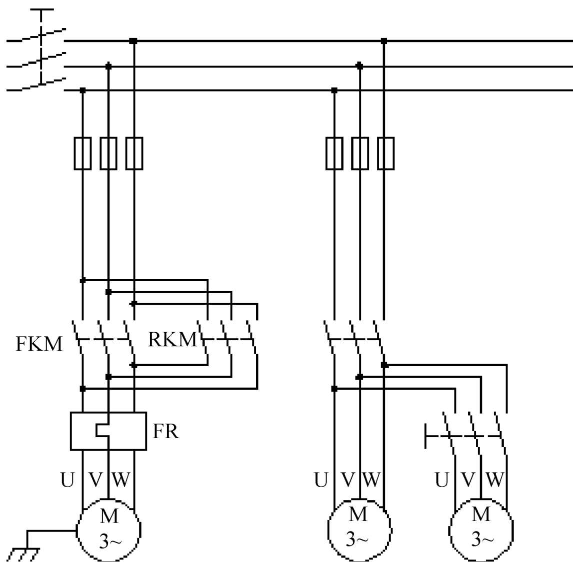


图 11-108　CA6140 型车床的主回路图



操作步骤

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择已制作好的“图幅 A3. dwt”样板，然后单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将新文件命名为“CA6140 型车床电气设计 . dwg”并保存。

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“粗实线层”、“主回路层”、“控制回路层”、“照明回路层”和“注释层”5 个图层，各图层的颜色、线型和线宽如图 11-109 所示，并将“主回路层”设置为当前图层。

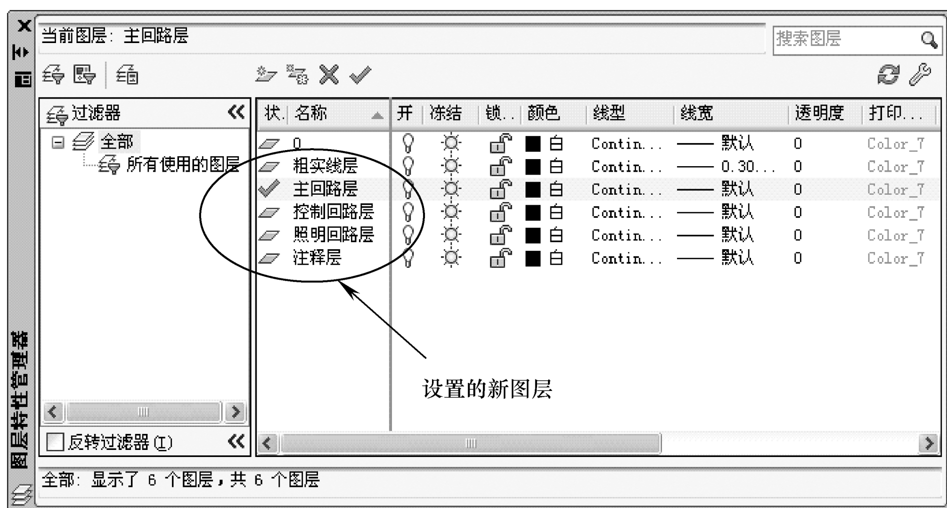


图 11-109　设置图层

3）打开已有文件：单击“标准”工具栏中的“打开”命令按钮，打开前面绘制的“三相交流异步电动机控制电路图 . dwg”。

4）复制图形：在“三相交流异步电动机控制电路图 . dwg”文件中选中部分电路图，然后单击“标准”工具栏中的“复制”命令按钮，把图形复制到粘贴板上。再在“CA6140 型车床电气设计 . dwg”文件中单击“标准”工具栏中的“粘贴”命令按钮，指定插入点后，把粘贴板中的图形粘贴到指定位置，如图 11-110所示。

5）绘制三相主电源线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制一条水平直线；然后单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，指定偏移距离为 8，把水平直线向上下各偏移一次，如图 11-111 所示。



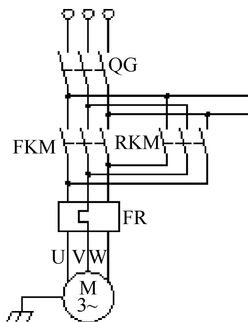


图 11-110　粘贴图形

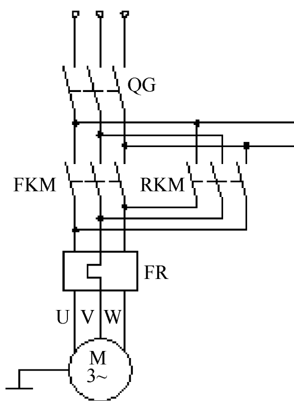


图 11-111　绘制三相主电源线

6）插入多级开关图块：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，在当前绘图区域内插入已经绘制完成的“多级开关”图块，如图 11-112 所示。

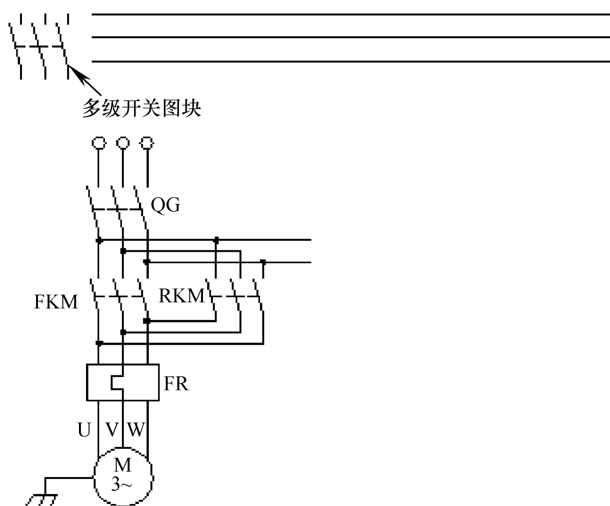
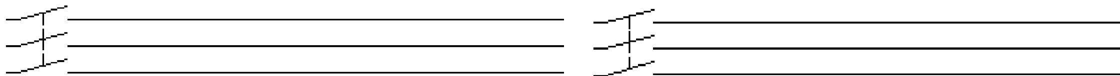


图 11-112　插入多级开关

7）旋转和移动多级开关图块：单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，把“多级开关”图块顺时针旋转 90°；然后单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，以“多级开关”图块中上面导线的右端点为移动基点，以三相主电源线中最上导线的左端点为移动目标点移动多级开关，使多级开关与三相主电源线连接，如图 11-113所示。

8）修改图形：利用“修改”工具栏中的“删除”命令按钮，删除粘贴过来图形中的接线端点，如图 11-114 所示。



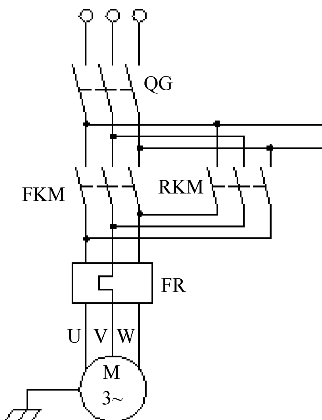


图 11-113　旋转和移动多级开关

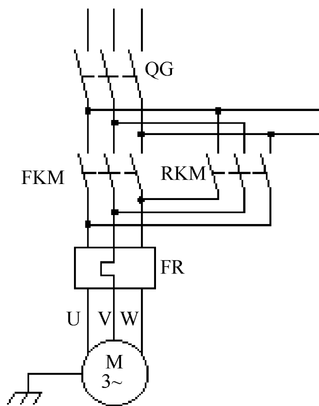


图 11-114　修改图形

9）延伸导线：单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，使电动机输入端的三条导线与系统总供电导线连接，如图 11-115 所示。

10）绘制手动按钮：使用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮和“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，在多级开关符号上加上手动按钮符号，如图 11-116 所示。

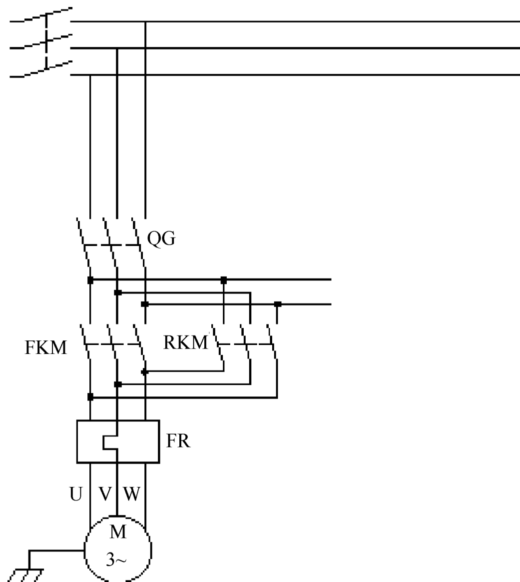


图 11-115　延伸导线

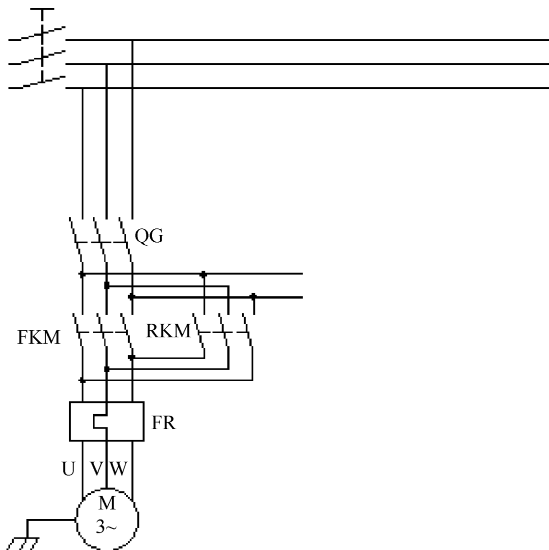


图 11-116　绘制手动按钮



11）绘制熔断器：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，以线路交点为第一个对角点，采用相对输入法绘制长度为5，宽度为10的矩形，作为U相熔断器，如图11-117所示。

12）移动和复制熔断器：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，把熔断器水平向左移动，距离为2.5，向下移动距离为7。然后，使用“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，生成另外两相熔断器，如图11-118所示。

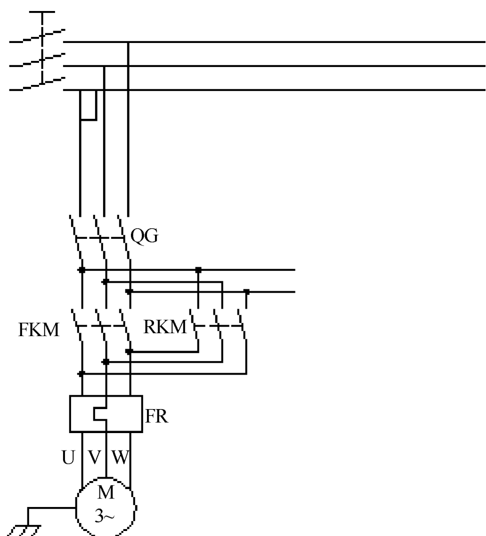


图11-117　绘制熔断器

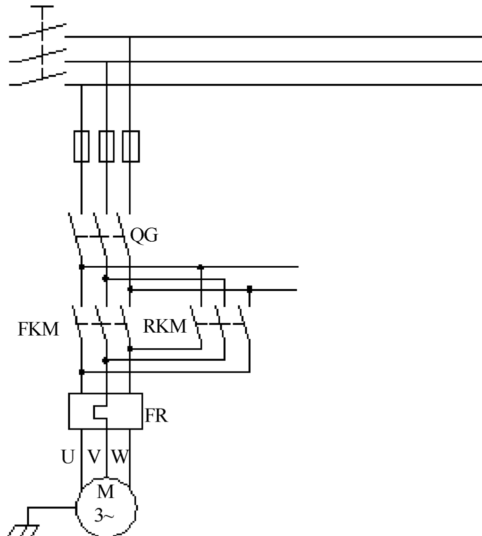


图11-118　移动和复制熔断器

13）删除多级开关QG并且连接导线：选中多级开关QG，使用键盘上的Delete键将其删除。然后选中一条导线，利用关键点拉伸导线，使上下两根导线连接到一起。同样使用关键点拉伸另外两根导线，也完成上下导线的连接，结果如图11-119所示。

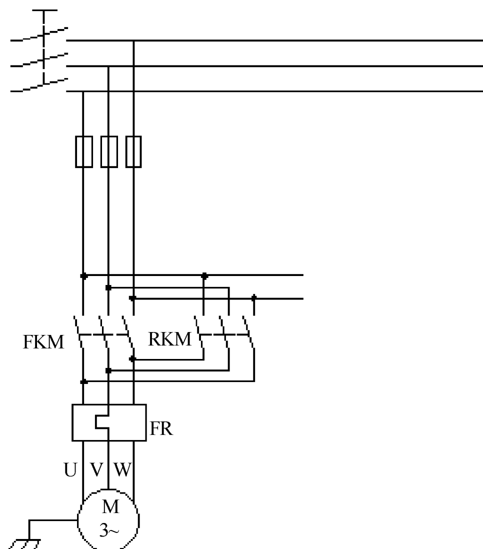


图11-119　删除多级开关QG并且连接导线

14）调整图形：利用“修改”工具栏中的“修剪”和“删除”等命令调整反向交流接触器的主触点连线，如图 11-120 所示。

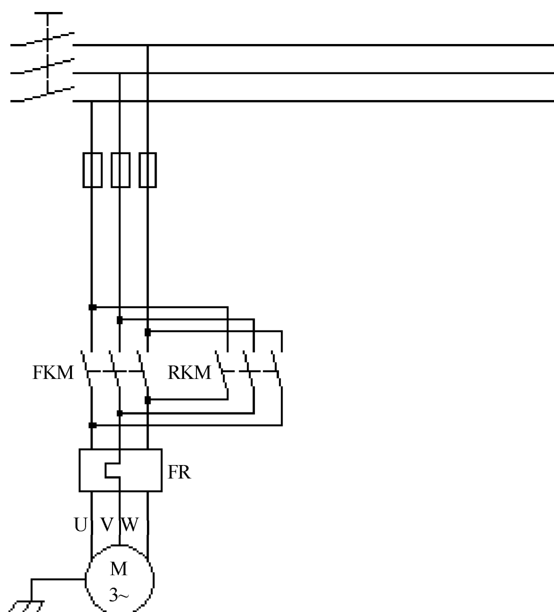


图 11-120　调整图形

15）生成第二台电动机线路：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把第一台电动机及导线、交流接触器主触点、熔断器向右复制一份，生成第二台电动机线路，如图 11-121 所示。

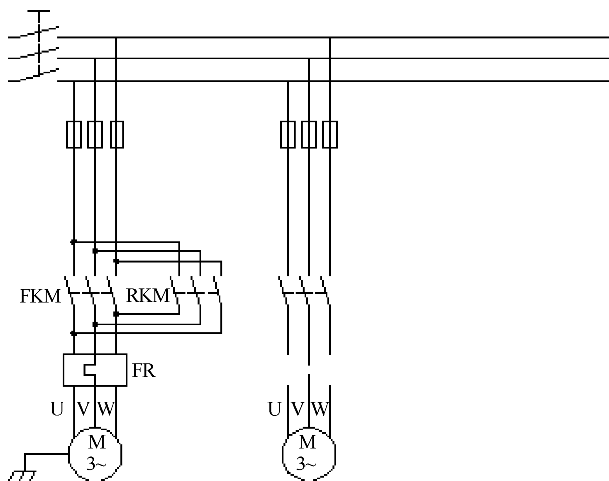


图 11-121　第二台电动机线路

16）连接第二台电动机线路：单击“修改”工具栏中的“延伸”命令按钮，把第二台电动机输入端与三相主电源线三相相连。

17）生成第三台电动机线路：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把第二



台电动机部分线路向右复制一份，生成第三台电动机线路，如图11-122所示。

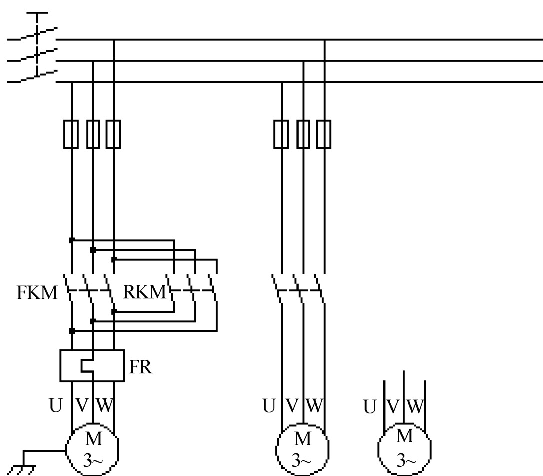


图11-122　第三台电动机线路

18）复制和旋转手动多级开关：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，把手动多级开关复制一份并旋转90°放到第三台电动机的输入端，结果如图11-123所示。

19）连接第三台电动机线路：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把第三台电动机输入端连接到第二台电动机交流接触器主触点下方。这样只有第二台电动机起动了，第三台电动机才有可能起动，如图11-124所示，完成以上步骤即得到了CA6140型车床的主回路图。

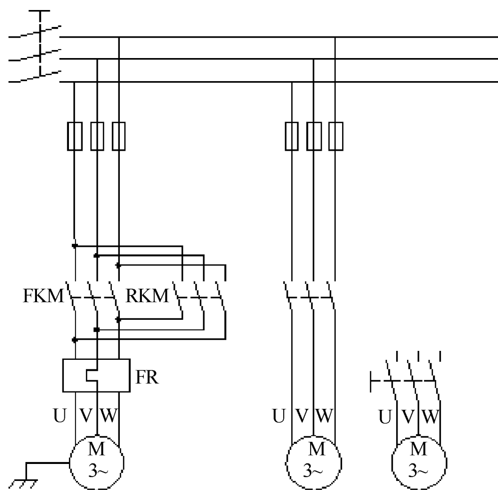


图11-123　复制和旋转手动多级开关

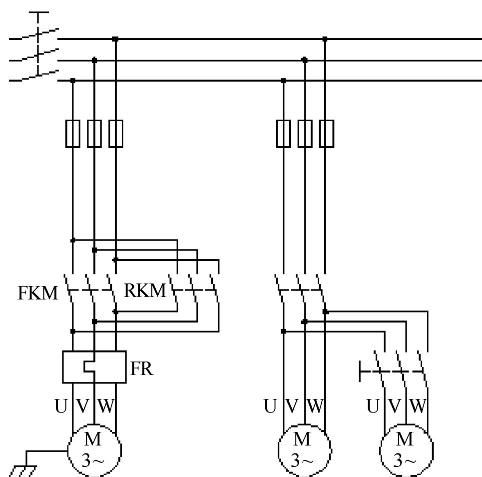


图11-124　连接第三台电动机线路

11.4.2　控制回路的设计

实例文件：example\Ch11\kongzhihuilu.dwg
操作录像：视频\Ch11\kongzhihuilu.avi

控制回路的作用是使车床的各个电动机按切削运动的需要运转，控制各个电动机的起

停、正反转等。控制线路设计的关键是设计主轴电动机正反转的自锁和互锁，CA6140 型车床的互锁环节与三相交流异步电动机自锁方式类似，采用接触器的辅助触点作为互锁开关。

本案例设计完成的车床主回路图如图 11-125 所示。车床控制回路图详细绘制步骤如下：

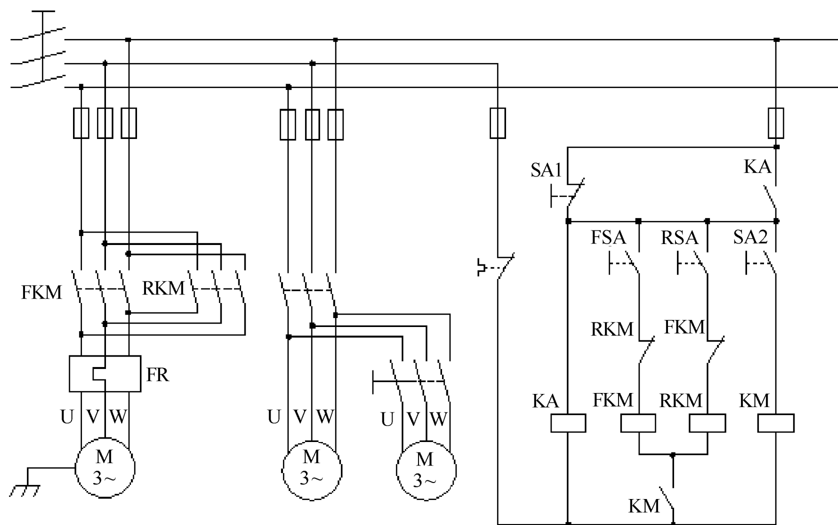


图 11-125　车床控制回路图



操作步骤

1）延伸主电源线：在图 11-124 的基础上，利用关键点分别延伸上下两根电源引线，作为控制回路电源引入线，如图 11-126 所示。

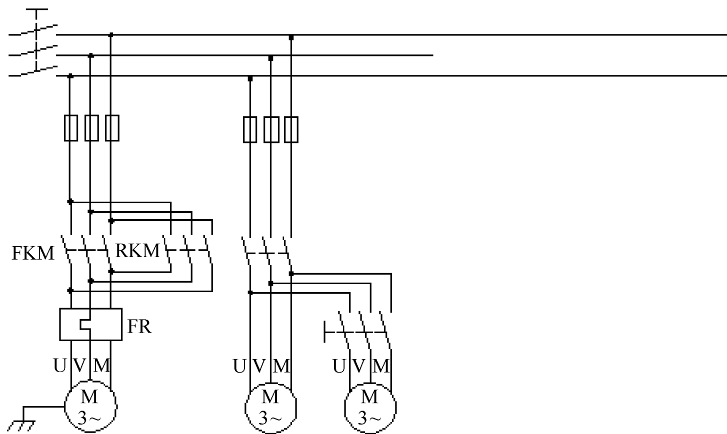


图 11-126　延伸主电源线

2）引入控制回路电源线：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，选择“控制回路层”，使其成为当前图层。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，为控制回路引入电源，如图 11-127 所示。



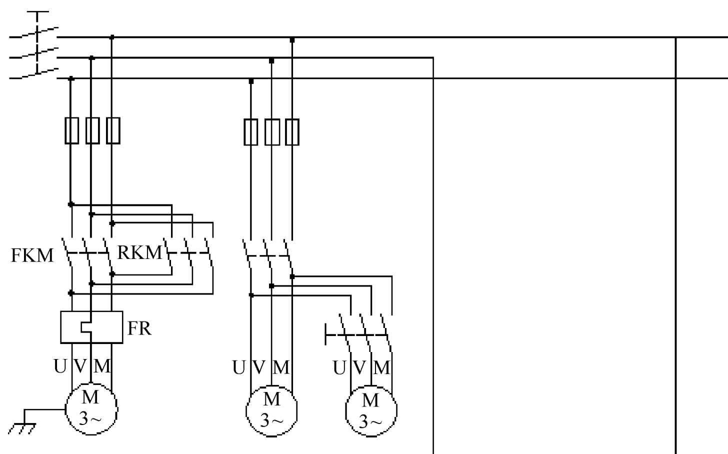


图 11-127 引入控制回路电源线

3）绘制保护电路：调用“修改”工具栏中的“复制”、“修剪”、“删除”命令和“绘图”工具栏中的“插入块”命令等，绘制控制系统的熔断器和热继电器触点等保护电路，修改完毕后，如图 11-128 所示。

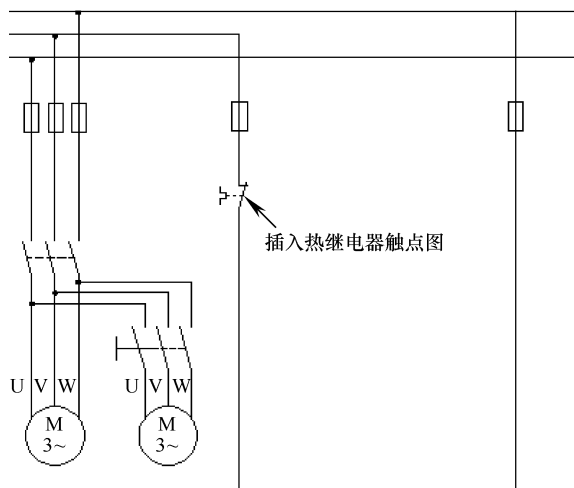


图 11-128 绘制保护电路

4）绘制主轴正向起动控制线路：首先使用“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，插入以前绘制的手动按钮开关。然后使用“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，绘制交流接触器符号，再使用“直线”命令绘制连接导线，如图 11-129 所示。

5）绘制主轴反向起动控制线路：使用“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，生成主轴反向起动控制线路，如图 11-130 所示。

6）设计正反向互锁控制线路：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令，在正向起动支路上串联插入控制反向起动交流接触器的常闭辅助触点，在反向起动支路上串联插入控制正向起动交流接触器的常闭辅助触点，使得电动机不可能处于既正转又反转的状态，避免了电源短路现象的发生；然后单击“图层”工具栏中的下三角按钮，选择“注释层”，

使其成为当前图层；再单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮A，添加一些注释，如图 11-131 所示。

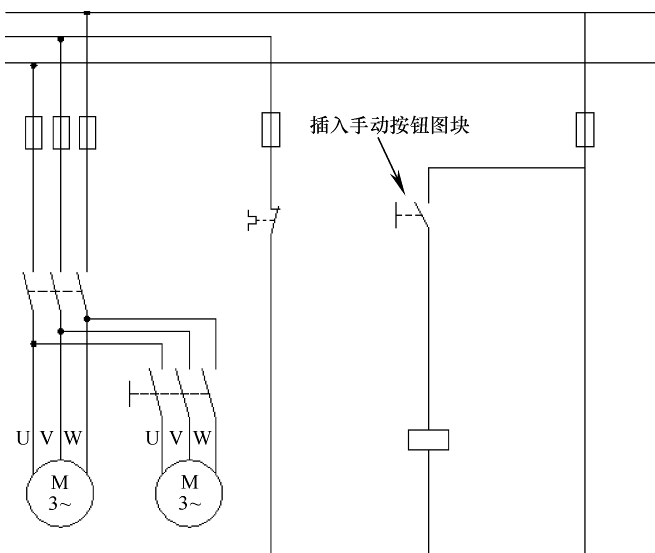


图 11-129　绘制主轴正向起动控制线路

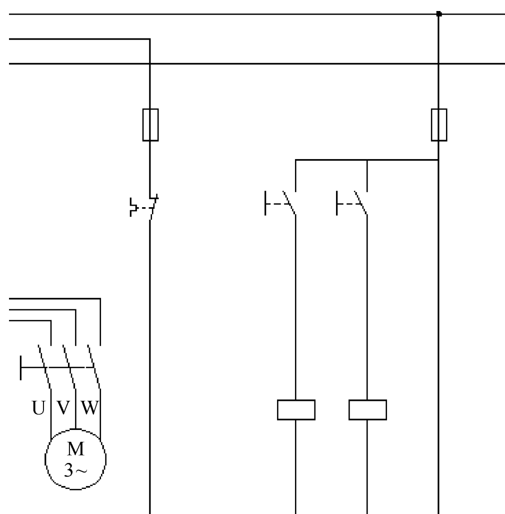


图 11-130　绘制主轴反向起动控制线路

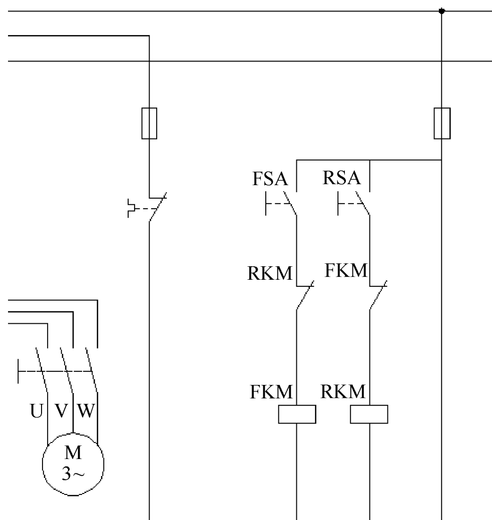


图 11-131　设计正反向互锁控制线路

7）设计第二台电动机控制线路：第二台电动机驱动润滑泵，其辅助触点必须串联于主轴控制线路，保证润滑泵不工作，电动机不能起动。然后在“注释层”添加一些注释，如图 11-132 所示。SA2 通电后，KM 得电，其触点闭合，主轴电动机控制回路才有可能得电。

8）设计主轴电动机零压保护：利用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮和“修改”工具栏中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮等，绘制主轴电动机零压保护



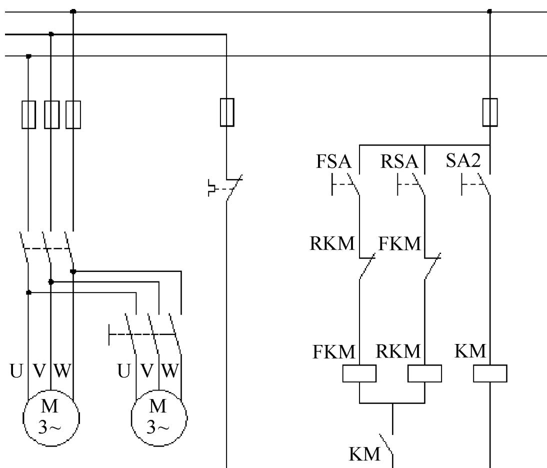


图 11-132　设计第二台电动机控制线路

线路，并在“注释层”添加注释，如图 11-133 所示。零压保护说明：FSA、RSA 和 SA1 是同一鼓形开关的常开和常闭触点。当总电源打开时，SA1 闭合，KA 得电，其辅助触点闭合。当主轴正向或者反向工作时，开关扳到 FSA 或者 RSA，SA1 处于断开状态，KA 触点仍闭合，控制线路正常得电。如果主轴电动机在运转过程中突然停电，KA 断电释放，它的常开触点断开。如果车床恢复供电后，因 SA1 断开，控制线路不能得电，主轴不会起动，保证安全。

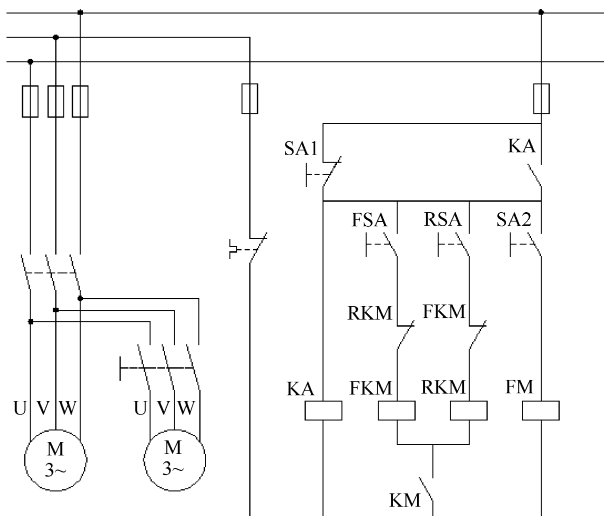


图 11-133　设计主轴电动机零压保护

9）修整图形：利用“修改”工具栏中的“拉伸”命令按钮调整图形，使图形显示整齐、紧凑；再利用“标准”工具栏中的“复制”命令按钮在各线路交点放置交点符号，如图 11-134 所示，即完成了 CA6140 型车床控制回路的设计。

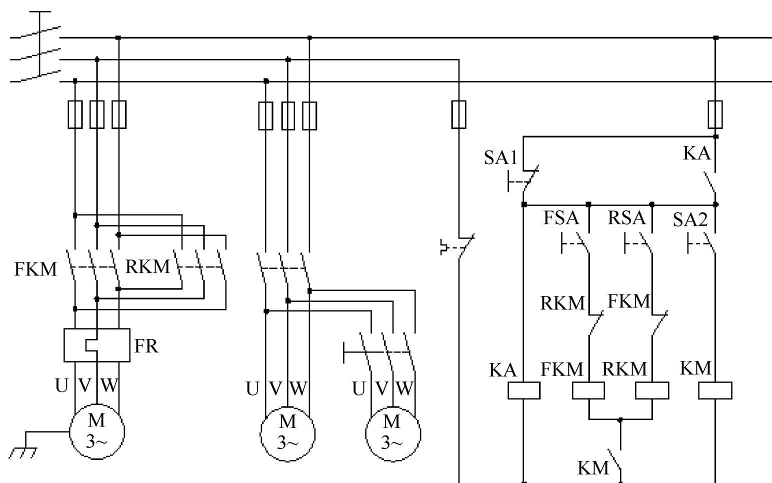


图 11-134　修整图形

11.4.3　照明指示回路的设计

实例文件：example\Ch11\zhaominghuilu.dwg
操作录像：视频\Ch11\zhaominghuilu.avi

照明指示回路为整个机床提供总电源是否接通和照明功能，其设计相对较为简单，但却是每个机床电气设计不可缺少的一部分。

本案例设计完成的车床照明指示回路如图 11-135 所示，其具体设计过程如下：

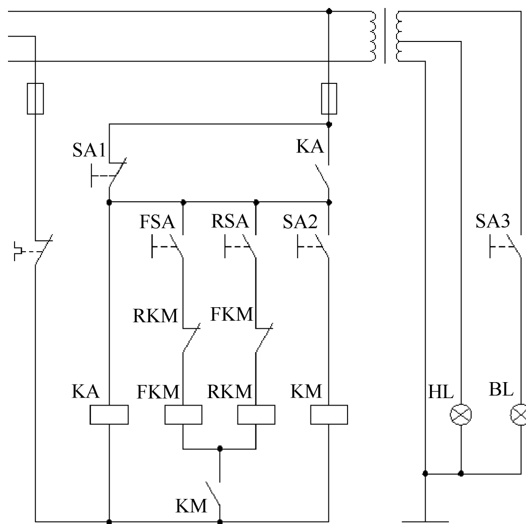


图 11-135　车床照明指示回路



操作步骤

1）绘制并阵列圆：首先单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，绘制一个直径为 3.2 的圆；然后单击“修改”工具栏中的“阵列”命令按钮，把 $\phi 3.2$ 圆阵



列 5 行，行间距离 3.2；最后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制一条竖直直线连接最上面圆的上象限点和最下面圆的下象限点，如图 11-136 所示。

2）制作变压器一次绕组：使用“修改”工具栏中的“分解”命令分解上步阵列的圆，然后单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，以上步中绘制的竖直直线为修剪边，把上步中绘制的所有圆修剪掉一半，然后删除竖直直线。再单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制两条水平直线分别与上下两个半圆相切，如图 11-137所示。

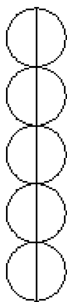


图 11-136　阵列圆

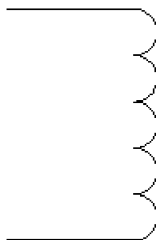


图 11-137　制作变压器一次绕组

3）移动一次绕组：单击“修改”工具栏中的“移动”命令按钮，移动变压器一次绕组，使其与主电源线相连，如图 11-138 所示。

4）绘制变压器铁心：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，在绕组中间绘制窄长矩形区域；然后单击“绘图”工具栏中的“图案填充和渐变色”命令按钮，用“solid”填充矩形，作为变压器的铁心，如图 11-139 所示。

5）制作变压器二次绕组：单击“修改”工具栏中的“镜像”命令按钮，以变压器铁心为对称轴把变压器一次绕组镜像复制一份，作为变压器二次绕组，如图 11-140 所示。

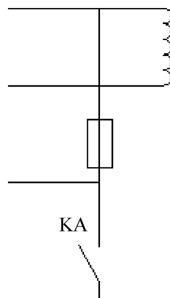


图 11-138　移动一次绕组

 设计变压器为照明指示回路供电，把高电压降为安全电压。

6）绘制变压器输出抽头：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，绘制三条直线，如图 11-141 所示，作为变压器输出的 3 个抽头。

7）绘制指示回路：首先单击“标准”工具栏中的“复制”命令按钮，在照明指示回路中插入前面章节中绘制的灯符号；然后使用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，连接灯的两端，并绘制指示回路的接地，如图 11-142 所示。当主电路上的总电源开关合上时，灯即点亮，表示车床总电源已经接通。

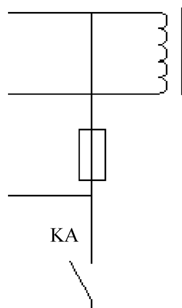


图 11-139　绘制变压器铁心

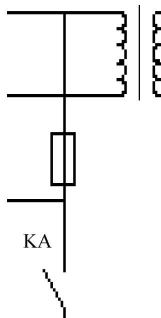


图 11-140　制作变压器二次绕组

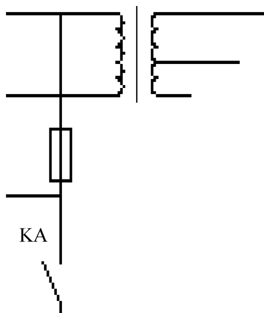


图 11-141　绘制变压器输出抽头

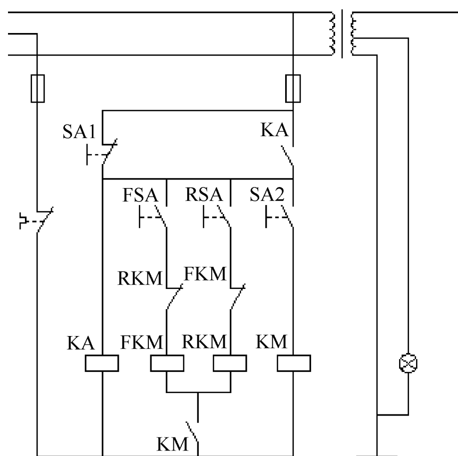


图 11-142　绘制指示回路

8）绘制照明回路：使用“修改”工具栏中的“复制”命令按钮和“移动”命令按钮，把指示支路向右复制一份，同时复制一份手动开关和熔断器，并对它们进行适当移动；然后使用“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，把它们连接到线路中，如图 11-143 所示。

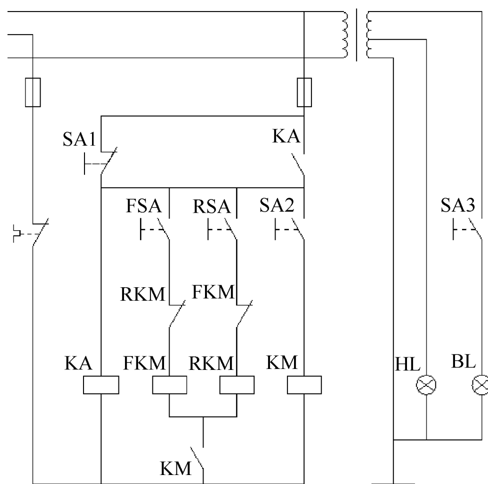


图 11-143　绘制照明回路

☞ 当主电路上的总电源开关合上时，如果手动开关接通，照明灯亮；照明回路电流过大时，熔断器断开，保证电路安全。

11.4.4　添加注释

实例文件：example\Ch11\zhushi.dwg
操作录像：视频\Ch11\zhushi.avi

添加注释就是把电气元件的文字符号标注在电气元件的图形符号的适当位置，用以标明电气设备、装置和元器件的名称、功能和特征，从而更方便地读图和了解电路图的工作原理。其具体操作步骤如下：

操作步骤

1）添加和移动注释：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“注释层”，使其成为当前图层。然后单击“文字”工具栏中的“多行文字”命令按钮 A，给主线路和控制照明线路等没有进行标注的各元器件标注文字说明；同时使用“文字”工具栏中的“编辑”命令按钮，对重复的注释进行修改；并使用“修改”工具栏中的“移动”、“拉伸”等命令修改图形，结果如图 11-144 所示。

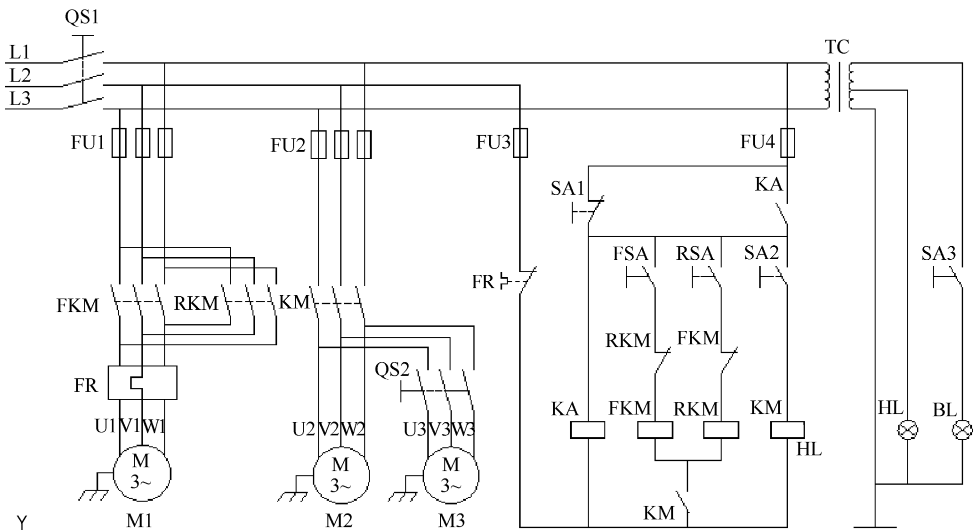


图 11-144　添加注释

2）功能标识：为了方便阅读电路图和维护电路，一般在电路图的上面绘制框格，并在框格内用文字标识电路图中各个组成部分的功能，如图 11-145 所示。

电源	主电动机		润滑	冷却	过载保护	零压保护	正转控制	反转控制	润滑控制	变压	指示	照明
	正转	反转										

图 11-145　绘制功能标识

综合以上内容，CA6140 型车床电气原理图就设计完成了，整套系统图如图 11-146 所示。

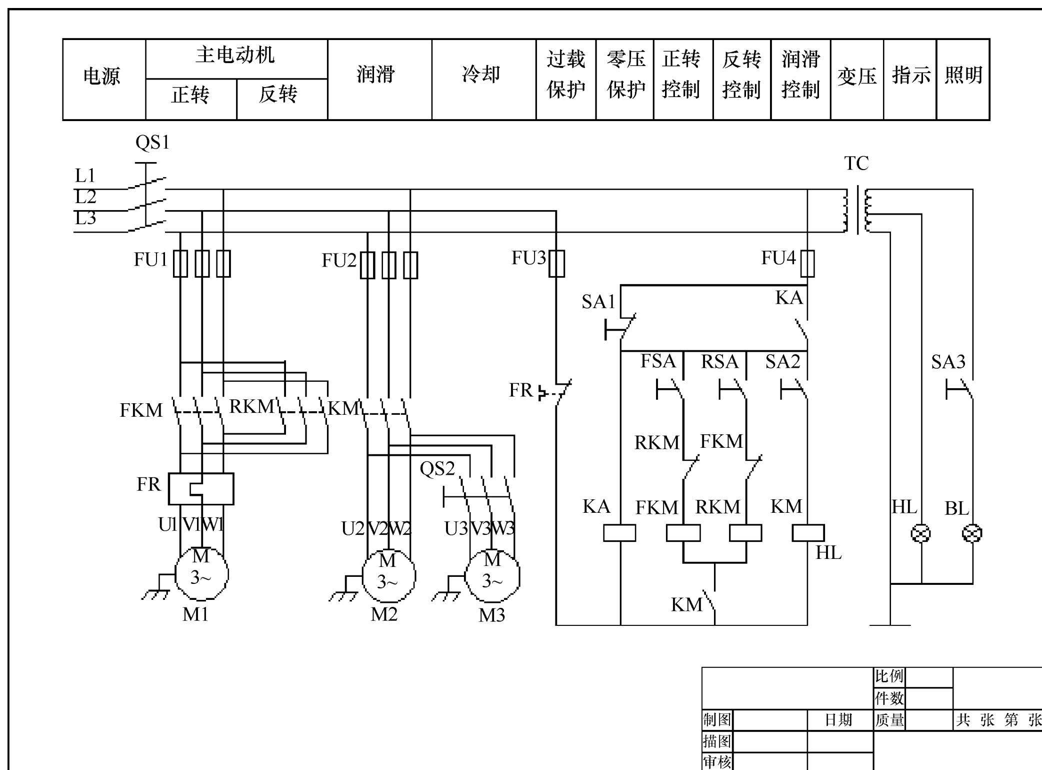


图 11-146　CA6140 型车床系统电气原理图

11.4.5　电路原理说明

1. 起动准备

合上电源总开关 QS1，接通电源，变压器 TC 二次侧有电，则指示灯 HL 变亮。合上开关 SA3，照明灯 BL 点亮。

2. 润滑泵、冷却泵起动

在起动主电动机之前，先合上开关 SA2，则交流接触器 KM 吸合。一方面，KM 的主触点闭合，使润滑泵电动机运转；另一方面，KM 的常开触点接通，为 FKM、RKM 吸合做了准备，保证了先起动润滑泵使车床润滑良好后才起动主电动机。在润滑泵电动机 M2 起动后，可合上转换开关 QS2，使冷却泵电动机 M3 起动运转。

3. 主电动机起动

若需主电动机正转，则将起动手柄置于“正转”位置，即交流接触器 FKM 得电吸合，它的主触点闭合，使主电动机 M1 正转，同时 FKM 的常闭辅助触点断开，其作用是对反转交流接触器 RKM 进行互锁。

若需主电动机反转，只要将起动手柄置于“反转”位置，即交流接触器 RKM 得电吸



合，它的主触点闭合，使主电动机 M1 反转，同时 RKM 的常闭辅助触点断开，其作用是对正转交流接触器 FKM 进行互锁。

主电动机 M1 需要停止时，只要将转换开关置于“零位”，则 FKM 和 RKM 均断开，正转和反转均停止，并为下一次起动主电动机作了准备。

☞ 本节以 CA6140 型车床为代表详细讲述了车床电气原理图的设计过程。首先在前面章节的基础上完成了车床主回路的设计，接着设计主回路的控制回路，设计车床的照明指示回路。完成电气原理设计后，为原理图添加了文字说明等内容，便于图纸的阅读和交流。CA6140 型车床电气是机床电气中最为简单的一类，但是机床电气的基本特征它都具备：主回路、控制回路和照明指示回路等，作为机械电气设计的第一个实例具有一定的代表意义。

11.5　铣床电气设计

实例文件：example\Ch11\ xichuangdianqiyuanlitu.dwg

铣床可以用来加工平面、斜面和沟槽，装上分度头，还可以铣削直齿轮和螺旋面等。铣床的运动方式可以分为主运动、进给运动和辅助运动。由于铣床的加工范围广，运动形式多，因此其控制系统也比较复杂，主要特点如下：

1）中小型铣床一般采用三相交流异步电动机拖动；

2）从工艺形式上分有顺铣和逆铣，故要求主轴电动机能够正反转；

3）铣床主轴装有飞轮，停车时惯性较大，一般采用制动停车方式；

4）为避免铣刀碰伤工件，要求起动时先使主轴电动机运转，然后才可以运转进给电动机；

5）停车时，最好先停止进给电动机，后停止主轴电动机。

X62W 型万能铣床在铣床中具有代表性，下面以 X62W 型万能铣床为例讨论铣床电气设计过程。

11.5.1　主动回路设计

实例文件：example\Ch11\xichuangzhuhuilu.dwg
操作录像：视频\Ch11\xichuangzhuhuilu.avi

主动回路包括 3 台三相交流异步电动机分别为主轴电动机 M1、进给电动机 M2 和冷却泵电动机 M3。其中 M1 和 M2 要求能够正反向起动，M1 的正反向由手动换向开关实现，M2 的正反向由交流接触器的辅助触点控制线路的接通与断开来实现。只有在主轴电动机 M1 接通时，才有必要打开冷却泵电动机 M3，M3 的接通由手动开关控制。

本案例设计完成的铣床主回路如图 11-147 所示，铣床主回路图详细绘制步骤如下：

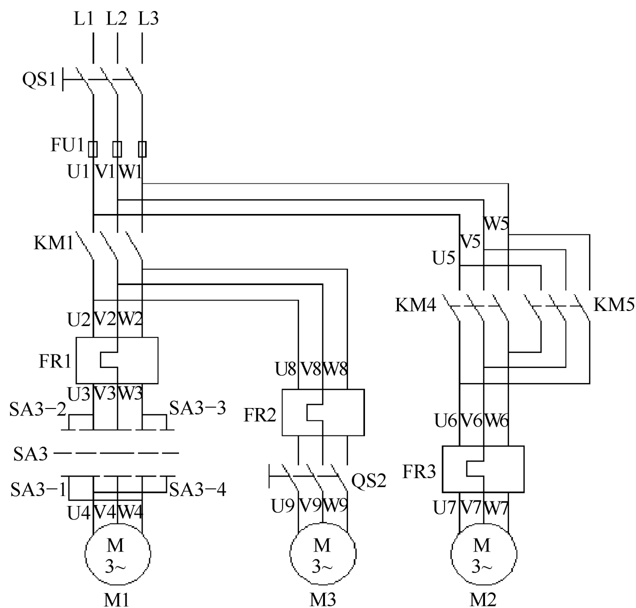


图 11-147　X62W 型铣床的主回路图

 **操作步骤**

1）建立新文件：单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择已制作好的“图幅 A3. dwt”样板，然后单击“打开”按钮，则返回绘图区域，设置保存路径，将新文件命名为“X62W 型铣床电气设计 . dwg”并保存。

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“粗实线层”、“主回路层”、“控制回路层”、“照明回路层”和“注释层”五个图层，各图层的颜色、线型和线宽参见 11. 4 节的图 11-109，并将“主回路层”设置为当前图层。

3）三相交流供电总电源的绘制：利用前面章节中制作的图形和使用“绘图”、“修改”等工具栏中的相关命令，制作三相交流供电总电源，如图 11-148 所示。主动回路和控制回路均由三相交流总电源供电，电源的通断由总开关控制，各相电流设有熔断器，防止电路短路，以保证电路安全。

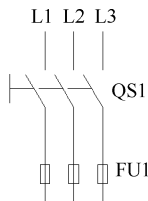


图 11-148　绘制总电源

4）主轴电动机 M1 驱动线路的绘制：利用本章和前面章节中的相关图形，参照相关电路设计操作步骤，经适当修改和调整线路图制作主轴电动机驱动线路，如图 11-149 所示。主轴电动机的接通与断开由交流接触器 KM1 的主触点控制；为了防止主轴过载，在各相电流上装有热熔断器 FR1；主轴换向由手动换向开关 SA3 控制。

5）进给电动机 M2 驱动线路的制作：利用本章和前面章节中的相关图形，参照相关电路设计操作步骤，经适当修改和调整线路图制作进给电动机驱动线路，如图 11-150 所示。



进给电动机要求正反转起动，因此利用两个交流接触器主触点轮流导通实现正反转功能。为了防止进给电动机过载，在各相电流上装有热熔断器。

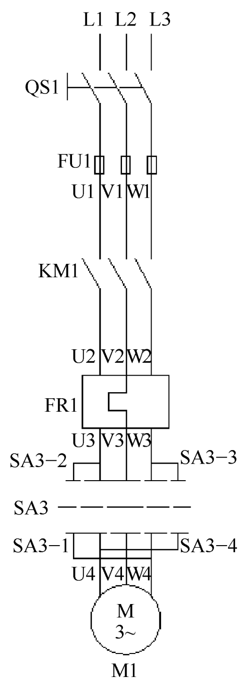


图 11-149　主轴电动机 M1 驱动线路

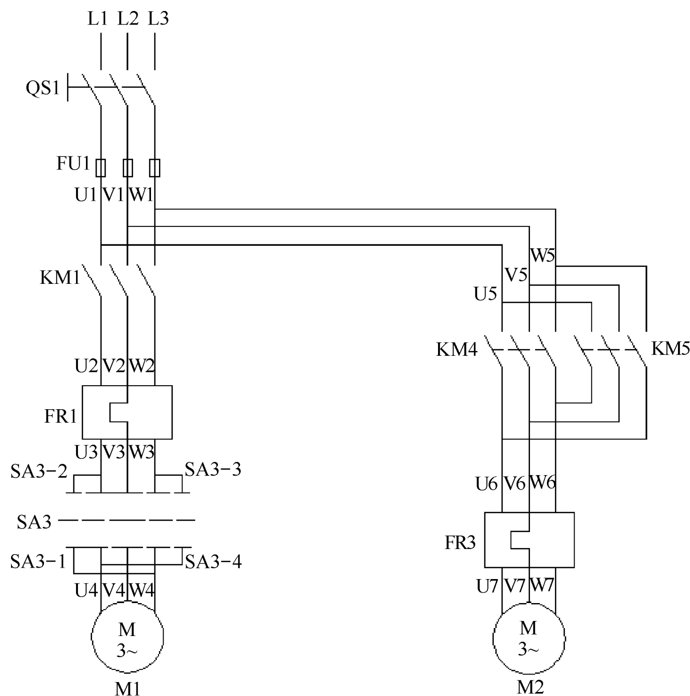


图 11-150　进给电动机 M2 驱动线路

6）冷却泵电动机 M3 驱动线路的制作：利用本章和前面章节中的相关图形，参照相关电路设计操作步骤，经适当修改和调整线路图制作冷却泵电动机驱动线路，如图 11-151 所示。冷却泵电动机 M3 位于主轴电动机驱动线路中交流接触器 KM1 主触点的下方，保证了只有在主轴电动机 M1 接通时，才可以手动打开冷却泵电动机；为了防止冷却泵电动机过载，在各相电流上装有热熔断器，这样便完成了主动回路的设计工作。

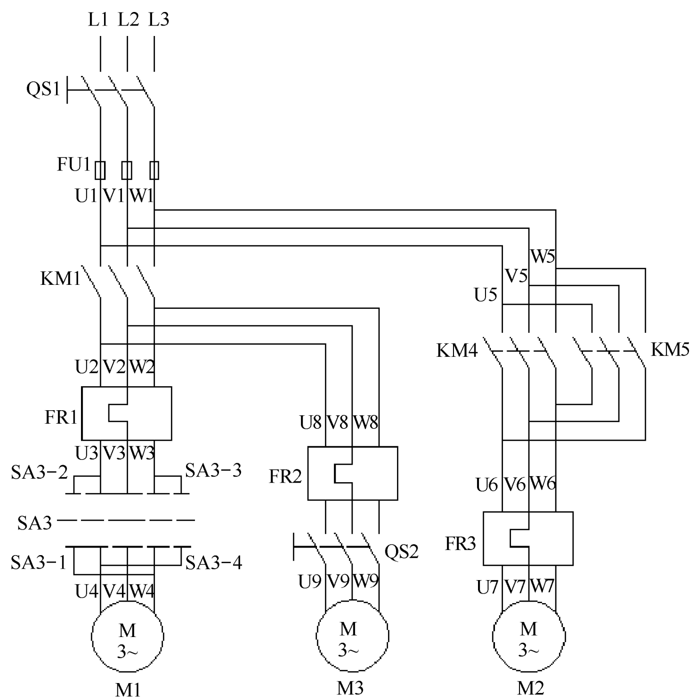


图 11-151　冷却泵电动机 M3 驱动线路

11.5.2　控制回路设计

实例文件：example\Ch11\xichuangkongzhihuilu.dwg
操作录像：视频\Ch11\xichuangkongzhihuilu.avi

控制回路的作用是使铣床的各个电动机按规定运动的需要运转，控制各个电动机的起停、正反转、制动、启动程序等。其控制回路主要有电磁离合器控制线路、主轴电动机起动控制线路和快速进给控制线路。控制回路具体设计步骤如下：


操作步骤

1）设计变压器为电磁离合器供电：在控制回路层，设计变压器为电磁离合器供电，如图 11-152 所示。

2）设计电磁离合器控制线路：电磁离合器控制线路如图 11-153 所示。主轴制动是通过当电磁离合器 YC1 得电时，摩擦片压紧，对主轴电动机进行制动。YC2 与 YC3 分别用于正常进给和快速进给。



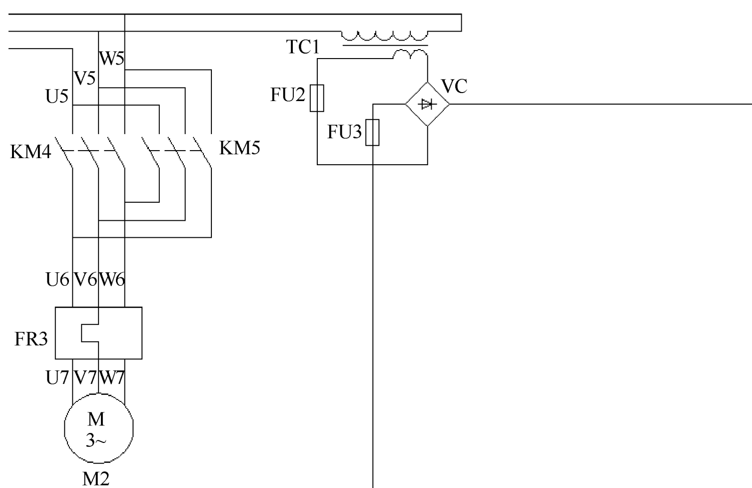


图 11-152　设计变压器供电线路

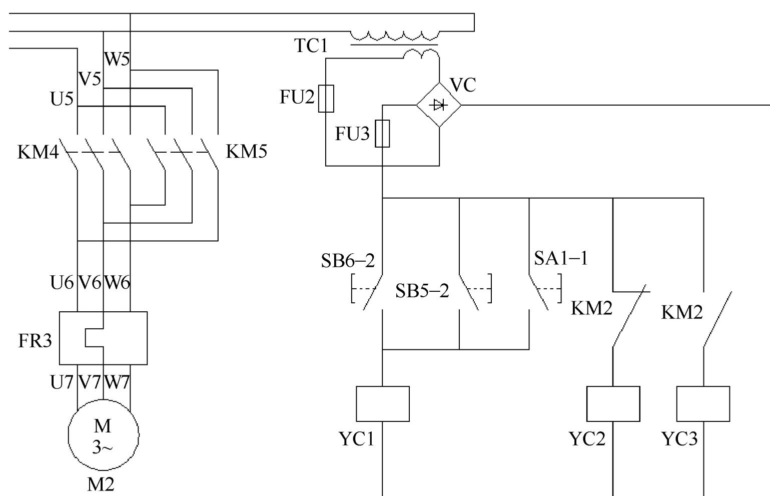


图 11-153　设计电磁离合器控制线路

3）设计变压器为控制系统供电：控制系统供电变压器设计如图 11-154 所示。

4）控制线路中安全装置设计：为了保证主动回路的正常工作，需要在控制回路中设计安全保障装置。在控制线路中设置急停开关和热继电器触点等安全装置，如图 11-155所示。

5）主轴电动机起动控制线路设计：主轴起动控制线路设计如图 11-156 所示。开关 SQ1 和 SB1 或 SB2 接通时，控制主轴的交流接触器 KM1 得电并自锁，主轴电动机运转。

6）快速进给控制线路设计：快速进给控制线路设计如图 11-157 所示，快速进给由开关 SB3 和 SB4 控制。当 SB3 和 SB4 中某一按钮接通时，交流接触器 KM2 得电，其辅助触点闭合，YC3 得电，实现快速进给。

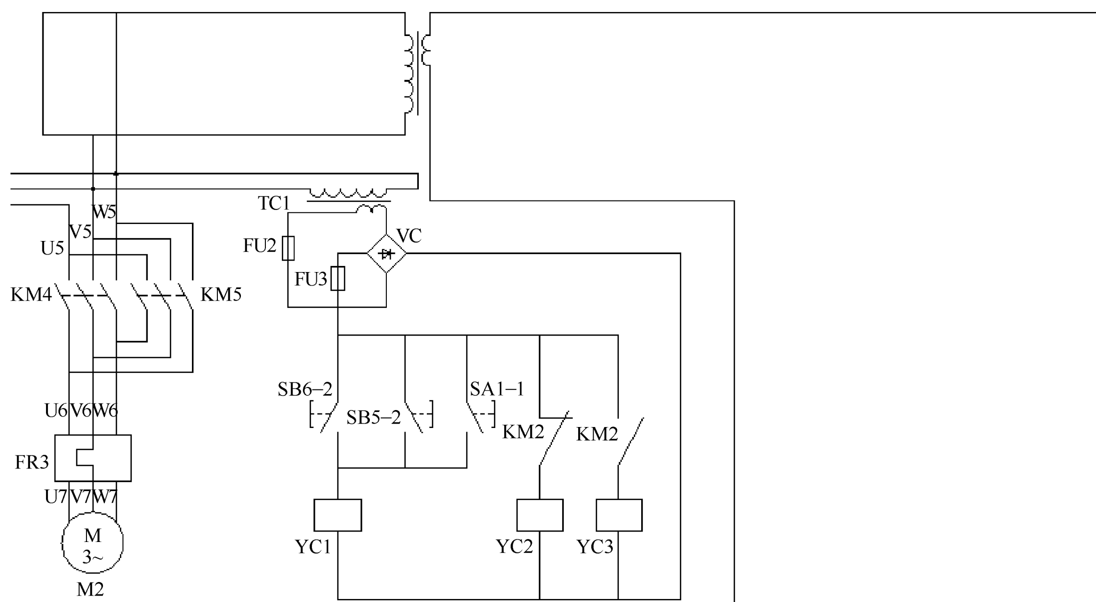


图 11-154　设计变压器

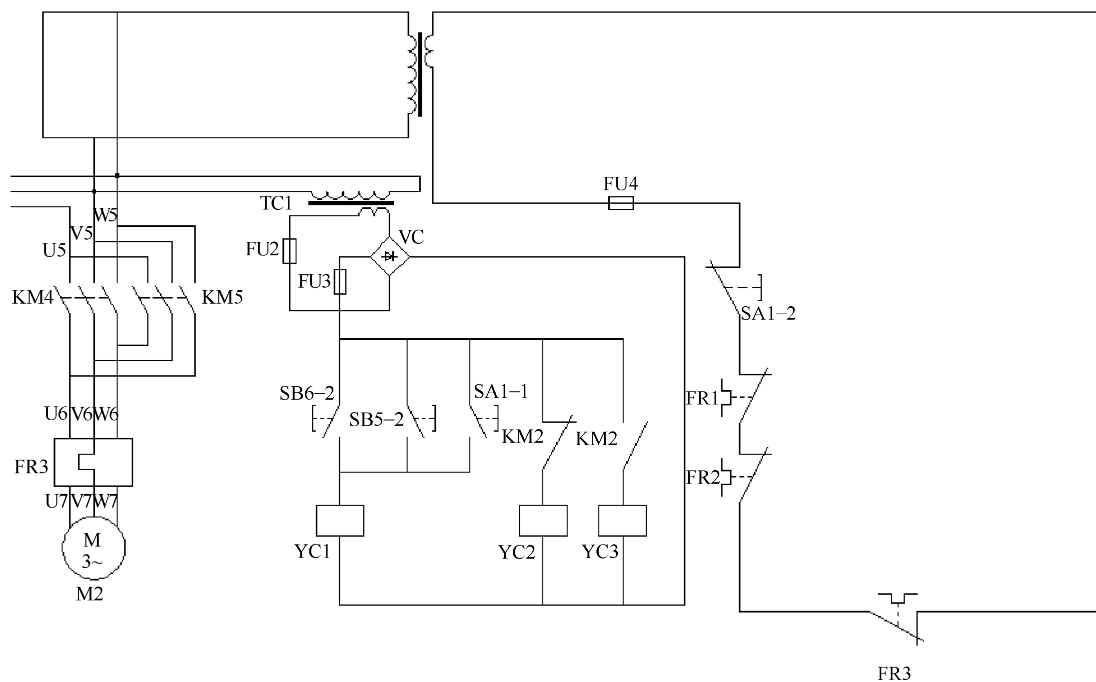


图 11-155　控制线路中安全装置设计



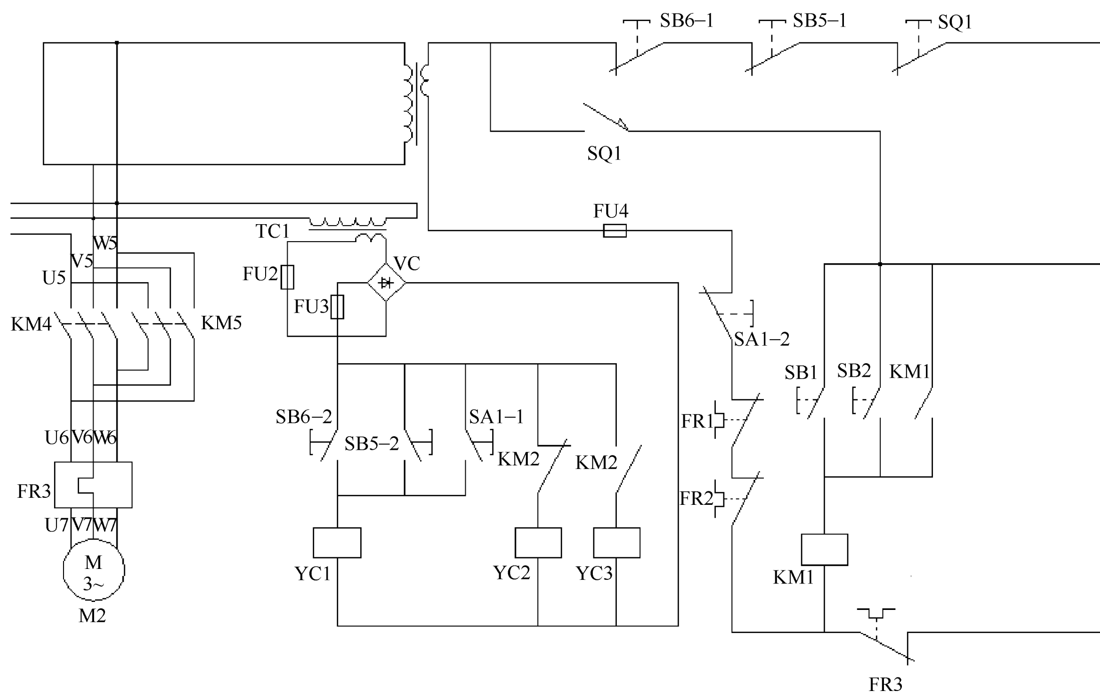


图 11-156　主轴电动机起动控制线路设计

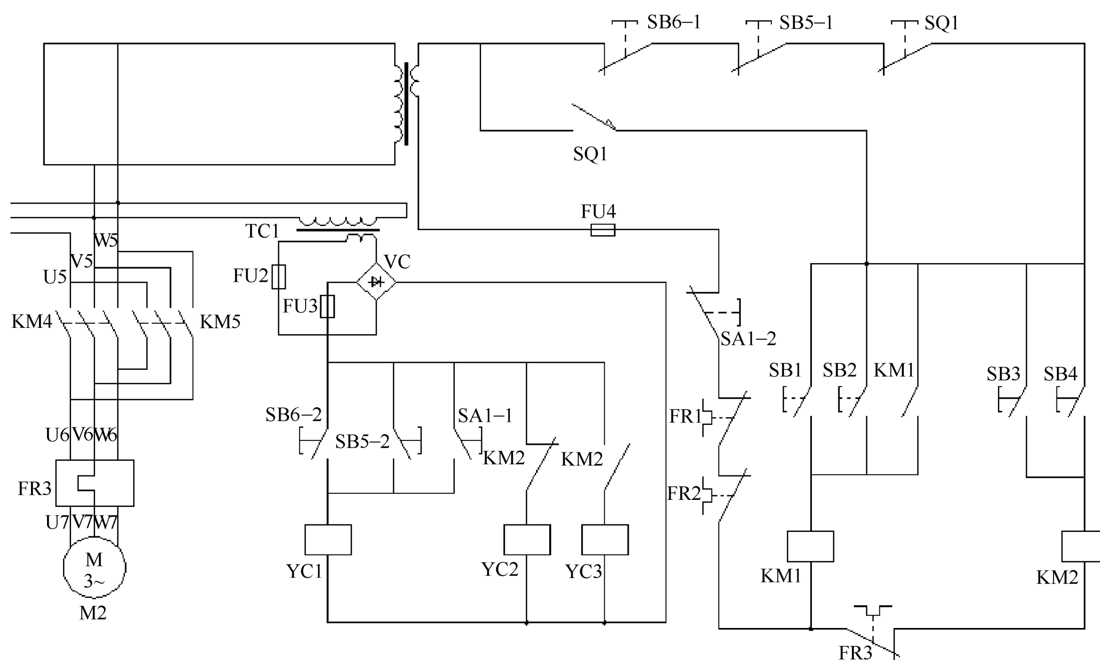


图 11-157　快速进给控制线路设计

11.5.3 照明指示回路设计

实例文件：example\Ch11\zhaomingzhishi.dwg
操作录像：视频\Ch11\zhaomingzhishi.avi

照明指示回路为整个机床提供总电源接通和照明功能，其设计相对较为简单，但却是每个机床电气设计不可缺少的一部分。照明指示回路需要 24V 电源，因此需要设计一个 24V 变压器，变压器二次侧为照明灯供电；为了保护照明灯，回路中串联了熔断器；用手动开关控制灯的亮灭，照明指示回路线路如图 11-158 所示。

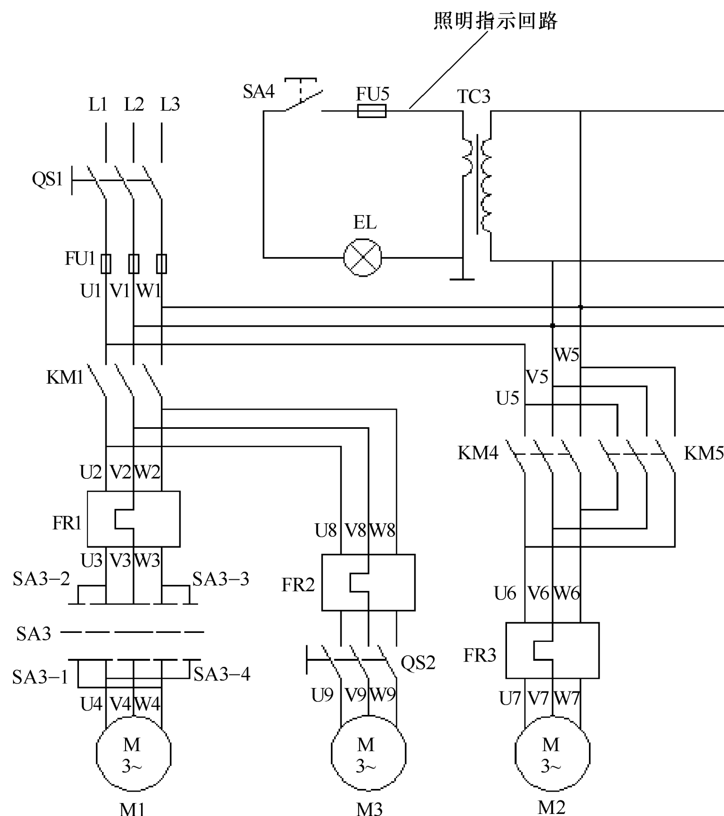


图 11-158　照明指示回路设计

11.5.4 添加文字说明

操作录像：视频\Ch11\xichuangwenzishuoming.avi

绘制矩形区域并添加文字说明：单击“图层”工具栏中的下三角按钮，弹出下拉菜单，单击选择“注释层”，使其成为当前图层。然后在各个功能模块的正上边绘制矩形区域，并在相应的区域内填写文字说明，如图 11-159 所示。

主轴电动机	冷却泵电动机	进给电动机	主轴制动	正常进给	快速进给	主轴起动	快速进给

图 11-159　添加文字说明

至此，X62W 型铣床电气原理图设计完成，总图如图 11-160 所示。

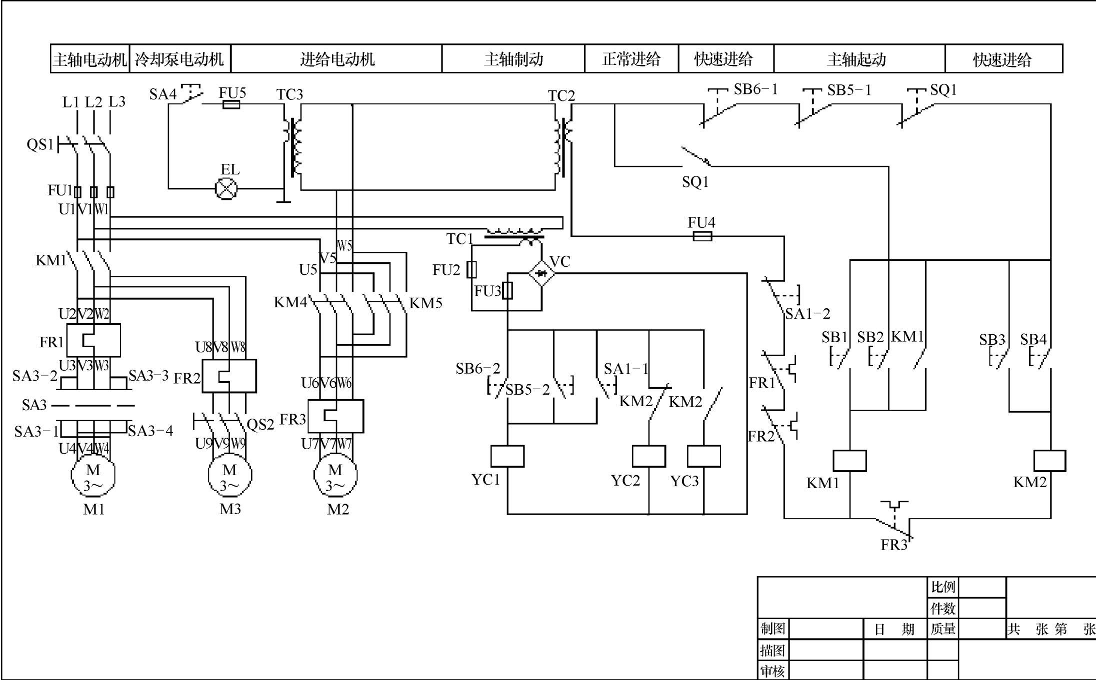


图 11-160　X62W 型铣床电气原理图

11.5.5　电路原理说明

1. 主轴电动机 M1 的控制

（1）主轴电动机的起动

X62W 型铣床采用两地控制方式，起动按钮 SB1 和停止按钮 SB5-1 为一组；起动按钮 SB2 和停止按钮 SB6-1 为一组，分别安装在工作台和机床床身上，以便于操作。起动前，选择好主轴转速，并将 SA3 扳到需要的转向上，然后按 SB1 或者 SB2，交流接触器 KM1 得电，其常开主触点闭合，主轴电动机 M1 起动，KM1 常开辅助触点闭合起到自锁作用。

（2）主轴电动机的制动

当按下停止按钮 SB5 或 SB6 时，交流接触器 KM1 断电释放，主轴电动机 M1 断电减速，同时按下常开触点 SB5-2 或 SB6-2 接通电磁离合器 YC1，离合器吸合，摩擦片抱紧，对主轴电动机进行制动。

2. 冷却泵电动机 M3 的控制

由主动回路可以看出，只有主轴电动机起动后，冷却泵电动机 M3 才有可能起动。按下开关 QS2 后，冷却泵电动机才起动。

3. 照明指示回路

变压器 TC3 将 380V 交流变为 24V 安全电压后供给照明线路，转换开关 SA4 控制照明指

示灯的亮灭。

☞ 本节以 X62W 型铣床为代表讲述了铣床电气原理图的设计过程。首先在前面章节的基础上完成了铣床主回路的设计，接着设计主回路的控制回路以及铣床的照明指示回路。完成电气原理设计后，为原理图添加了文字说明等内容，便于图纸的阅读和交流。在前面车床电气设计的基础上，本节侧重讲述机床电气设计的原理和工作过程。读者在掌握机床电气制图基础和机床电气工作原理的基础上，运用 AutoCAD 基本绘图、修改等工具栏中的命令，能够逐步走向机床电气的设计层次。

11.6 本章总结

本章详细叙述了机械电气的设计过程，并以三相交流异步电动机的控制电路、CA6140 型车床电气设计和 X62W 型铣床电气设计为实例。这 3 个实例基本上包括了机床电气设计的所有特征、主回路的设计方法、控制回路的设计方法等。在讲述的过程中以由浅到深为原则，前面的三相交流异步电动机和车床电气设计花费了较多笔墨，后面的铣床电气设计的讲述比较简单，力图使读者从单纯的电气图形设计达到电气设计的高度。

11.7 思考与练习

1. 思考题

1）三相交流异步电动机的工作原理是什么？

2）如何绘制三相交流异步电动机控制电路图？

3）“绘图”工具栏中有关“块”操作的命令在实际中是如何使用的？

2. 操作题

1）综合运用本章知识创建如图 11-161 所示的Y-△起动图。

2）综合运用本章知识创建如图 11-162 所示的钻床电气设计图。

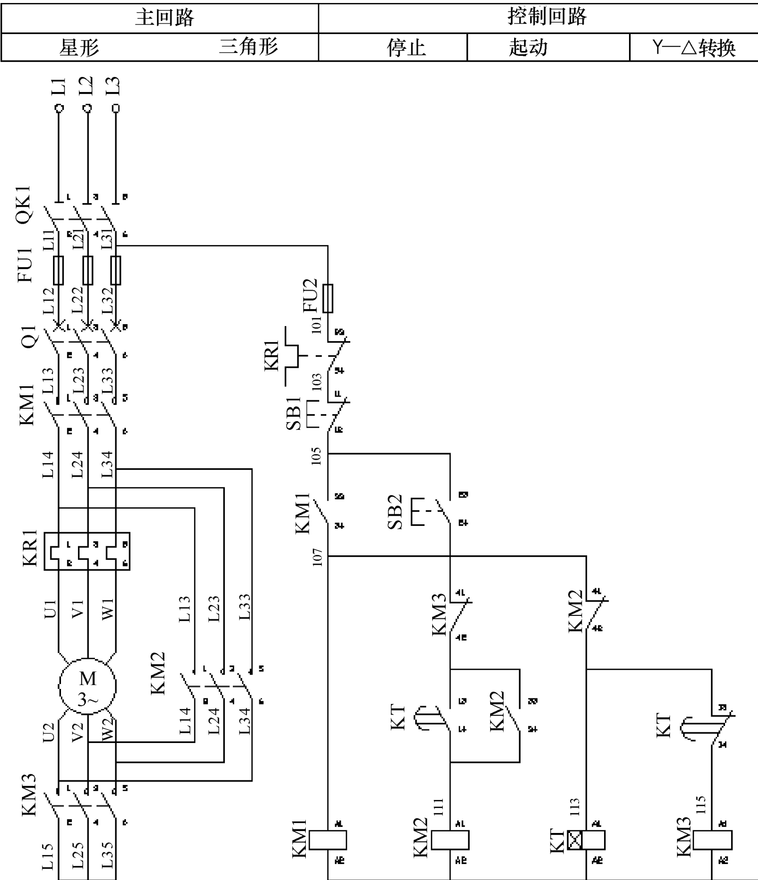


图 11-161　Y-△起动图

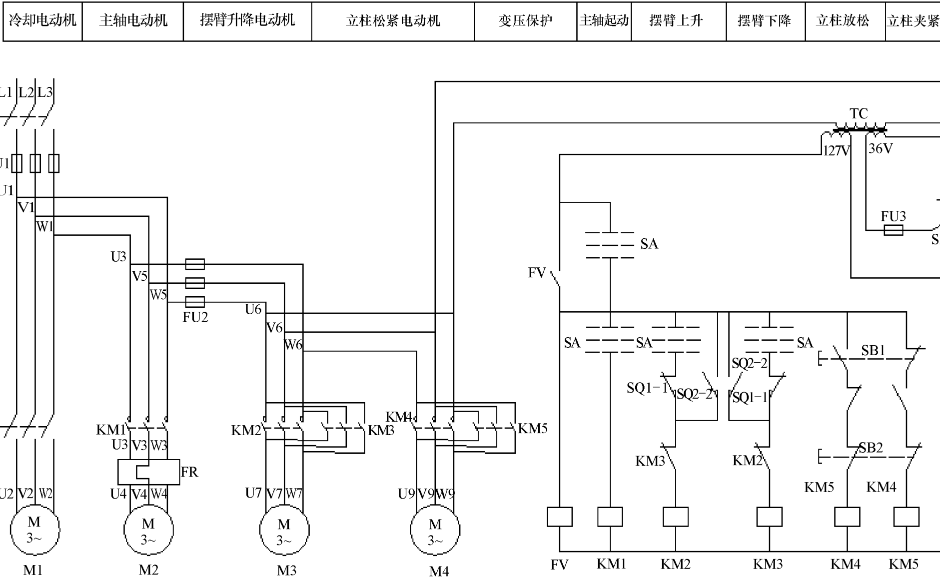


图 11-162　钻床电气设计图

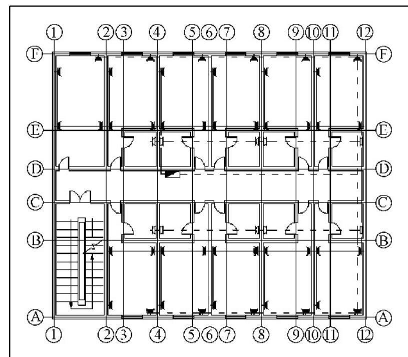
第 12 章　建筑电气设计

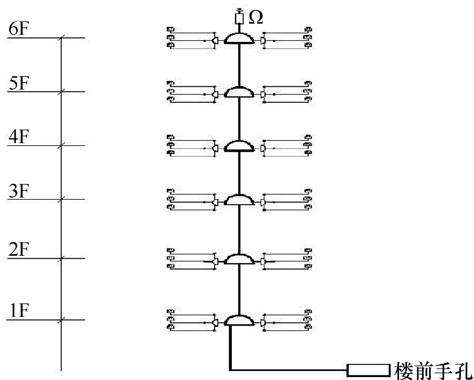
学习目标



了解建筑电气知识
掌握常用建筑电气符号的绘制方法
掌握建筑电气平面图的绘制方法
熟悉建筑电气系统图的绘制方法

建筑平面图是建筑施工图的基本样图，是建筑在水平面上的投影，用来表达建筑的平面形状、大小和布置，墙、柱的位置、尺寸和材料，门窗的类型和位置等，一般情况下，绘制建筑平面图需要对不同的楼层绘制不同的平面图。





有线电视系统图

建筑电气系统图是采用线框、连线和字符构成的一种简图。我们以电视网络为例，讲解弱电电气系统图的绘制。设计者可以使用插入块、修剪等工具来完成弱电电气系统图的绘制。



12.1　建筑电气工程制图基本知识和绘图规范

12.1.1　概述

为满足一定的生产生活需求，现代工业与民用建筑中都要安装许多各种不同功能的电气设施。例如：照明灯具、电源插座、电视、电话、消防控制装置、各种工业与民用的动力装置、控制设备、智能系统、娱乐电气设施及避雷装置等。电气工程或设施都要经过专业人员专门设计表达在图纸上，这些相关图纸就称为电气施工图（也可称为电气安装图）。在建筑施工图中，它与给排水施工图、采暖通风施工图一起，统称为设备施工图，其中电气施工图按“电施”编号。

各种电气设施都需表达在图纸中，其主要涉及方面包括：一是供电、配电线路的规格与敷设方式；二是各类电气设备与配件的选型、规格与安装方式。而导线、各种电气设备及配件等本身在图纸中多数并不是采用其投影制图，而是用国际或国内统一规定的图例、符号和文字表示，可参见相关标准规程的图例说明，亦可在图纸中予以详细说明，并将其标绘在按比例绘制的各种建筑结构投影图中（系统图除外），这也是电气施工图的一个特点。

12.1.2　建筑电气工程项目的分类

建筑电气工程满足了不同的生产生活以及安全等方面的功能，这些功能的实现又涉及了多项更详细具体的功能项目，共同组建这些项目环节以满足整个建筑电气的整体功能，建筑电气工程一般可以包括以下项目：

1. 外线工程

室外电源供电线路、室外通信线路等，涉及强电和弱电，如电力线路和电缆线路。

2. 变配电工程

由变压器、高低压配电柜、母线、电缆、继电保护与电气计量等设备组成的变配电所。

3. 室内配线工程

主要有线管配线、桥架线槽配线、瓷瓶配线、瓷夹配线、钢索配线等。

4. 电力工程

各种风机、水泵、电梯、机床、起重机以及其他工业与民用、人防等动力设备（电动机）和控制器与动力配电箱。

5. 照明工程

照明电器、开关按钮、插座和照明配电箱等相关设备。

6. 接地工程

各种电气设施的工作接地、保护接地系统。

7. 防雷工程

建筑物、电气装置和其他构筑物、设备的防雷设施，一般需要有关气象部门防雷中心检测。

8. 发电工程

各种发电动力装置，如风力发电装置、柴油发电机设备等。

9. 弱电工程

智能网络系统、通信系统（广播、电话、闭路电视系统）、消防报警系统、安保检测系统等。

12.1.3 建筑电气工程图的基本规定

工业与民用建筑的各个环节均离不开图纸的表达，建筑设计单位设计、绘制图纸，建筑施工单位按照图纸组织工程施工，图纸成为双方信息表达交换的载体。设计和施工等部门必须共同遵守图纸的一定格式及标准。这些规定除包括建筑工程自身的规定外，也需要涉及机械制图、建筑制图等相关工程方面的一些规定。

同时，对于电气工程中的一些常用术语应认识理解，方便识图。我国的相关行业标准和国际上通用的 IEC 标准都比较严格地规定了电气图的有关名词术语概念。这些名词术语是电气工程图制图及阅图所必需的。读者若有所需可查阅一些相关文献资料，详细认识了解。

12.1.4 建筑电气工程图的特点

建筑电气工程图的内容则主要通过如下所列的图纸方式表达，即系统图、位置图（平面图）、电路图（控制原理图）、接线图、端子接线图、设备材料表等。建筑电气工程图不同于机械图、建筑图，掌握了解建筑电气工程图的特点，将会对建筑电气工程制图及识图提供很多方便。其有如下一些特点：

1）建筑电气工程图大多数是在建筑图中采用统一的图形符号，并加注文字说明符号绘制出来的。绘制和阅读建筑电气工程图，首先必须明确和熟悉这些图形符号、文字符号及项目代号所代表的内容和物理意义以及它们之间的相互关系，关于图形符号、文字符号及项目代号可查阅相关标准的解释，如《GB 4728 电气简图用图形符号》。

2）任何电路均为闭合回路，一个合理的闭合回路一定包括四个基本元素，即电源、用电设备、导线和开关控制设备。正确读懂图纸还必须了解各种设备的基本结构、工作原理、工作程序、主要性能和用途，便于了解设备安装及运行。

3）电路中的电气设备、元件等之间都是通过导线连接起来构成一个整体。识图时可将各有关的图纸联系起来，相互参照，应通过系统图、电路图联系，通过布置图、接线图找位置，交叉查阅可达到事半功倍的效果。

4）建筑电气工程施工通常是与土建工程及其他设备安装工程（给排水管道、工艺管道、采暖通风管道、通信线路、消防系统及机械设备等设备安装工程）施工相互配合进行的。故识读建筑电气工程图时应与有关的土建工程图、管道工程图等对应、参照起来阅读，仔细研究电气工程的各施工流程，提高施工效率。

有效识读电气工程图也是编制工程预算和施工方案必须具备的一个基本能力，其能有效指导施工、设备的维修和管理。在识图时还应熟悉有关规范、规程及标准的要求，这样才能真正读懂、读通图纸。

12.1.5 建筑电气绘图规范

建筑电气设计要根据建筑的用途，满足不同的生产生活以及安全等方面功能，并以图纸的形式表达出建筑电气空间环境设计的构思和意图，使施工人员能够全面了解设计意图，顺



利完成施工。

建筑电气图纸成为双方信息表达交换的载体，依据功能通常包括照明系统图、动力系统图、电话系统图、电视系统图、防雷系统图、消防系统图、防盗系统图和变配电系统图等。

为了简化作图，国家有关标准对常用的材料、元件、施工方法等规定了固定画法，设计中必须严格遵照国家有关标准。电气图纸中的图例有的是由国家统一规定的，成为国标符号；由有关部委颁布的称为部标符号；一些大的设计院还有其内部的补充规定，称为院标。

这些标准除包括建筑工程自身的规定外，也需要涉及机械制图、建筑制图等相关工程方面的一些规定。设计中，建筑电气制图参照《GB/T 50001—2010　房屋建筑制图统一标准》及《GB/T 18135—2008　电气工程 CAD 制图规则》等。电气制图中涉及的图例、符号、文字符号及项目代号参照标准《GB 4728　电气简图用图形符号》、《GB/T 5465. 2—2008　电气设备用图形符号　第 2 部分：图形符号》等。

12. 2　建筑配电平面图设计实例

配电平面图的绘制与单纯的建筑图既有联系又有区别，配电平面图首先是建立在建筑图的基础上的，主要是在建筑平面图中绘制各种用电设备和配电箱之间的连接。在该实例中，首先绘制轴线，把平面图的大致轮廓尺寸取定出来，然后绘制墙体，生成整个平面图；其次绘制各种配电符号，然后连成线路。

12. 2. 1　建筑平面图绘制

实例文件：example\Ch12\jianzhupingmiantu.dwg
操作录像：视频\Ch12\jianzhupingmiantu.avi

建筑平面图是建筑施工图的基本样图，是建筑在水平面上的投影，用来表达建筑的平面形状、大小和布置，墙、柱的位置、尺寸和材料，门窗的类型和位置等，是施工过程中防线、砌墙，安装门窗、楼梯，进行室内装饰和施工备料的重要依据。一般情况下，绘制建筑平面图需要对不同的楼层绘制不同的平面图。

☞ 建筑平面图应包括建筑构件的平面形状、大小、房屋布局、建筑构件大小以及材料等内容，国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010) 是建筑专业手工制图和计算机制图的依据。

1. 设置绘图环境

绘制建筑平面图前设置合理的绘图环境，可以大大地简化绘图过程。


操作步骤

1) 建立新文件：打开 AutoCAD 2012 应用程序，单击“标准”工具栏中的“新建”命令按钮，弹出“选择样板”对话框，选择“acadiso. dwt”文件后单击“打开”按钮，将样板文件打开，如图 12-1 所示。

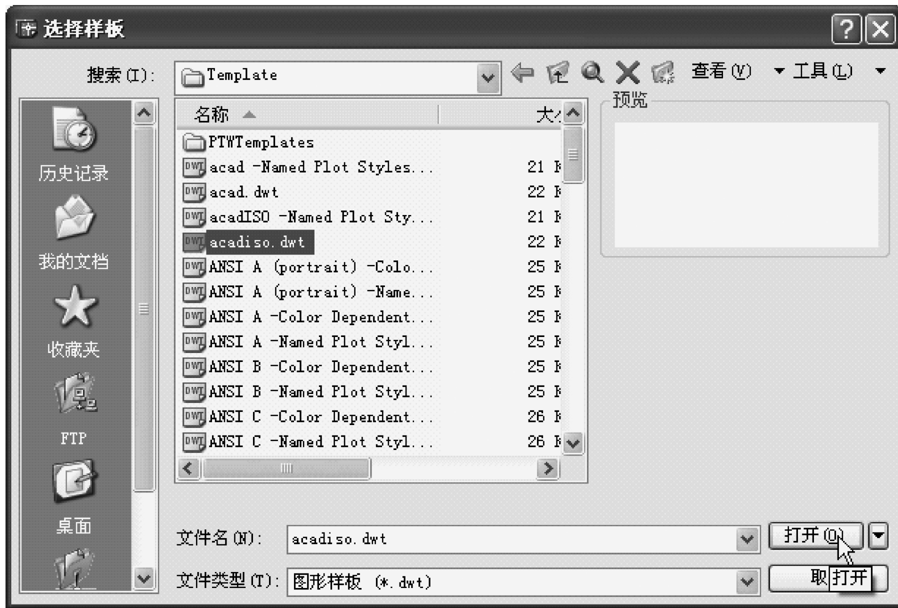


图 12-1 选择样板

2）在样板文件的新窗口中，单击“标准”工具栏中的“保存”按钮，然后重新设置样板文件的保存路径，将新文件命名为“建筑平面图.dwg”，如图 12-2 所示。



图 12-2 设置路径和文件命名

3）设置工作空间：单击状态托盘中的“切换工作空间”命令按钮，勾选“AutoCAD 经典”，那么经典的 AutoCAD 操作界面就会设定为当前界面。经典的操作界面如图 12-3 所示。





图 12-3　设置工作空间

4）设置绘图工具栏：在工具栏区域的任意处单击鼠标右键，弹出如图 12-4 所示的菜单。在打开的快捷菜单中勾选常用选项，如“标准”、“图层”、“特性”、“绘图”、“修改”和“标注”6 个选项，当这些工具栏出现后，将其移动到绘图窗口中的适当处，如图 12-5 所示。

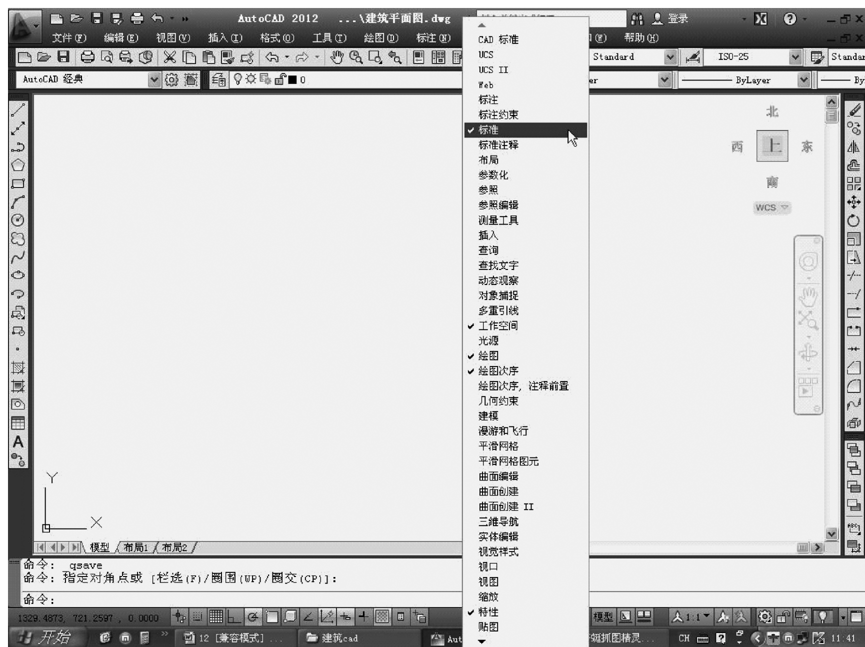


图 12-4　设置工作空间

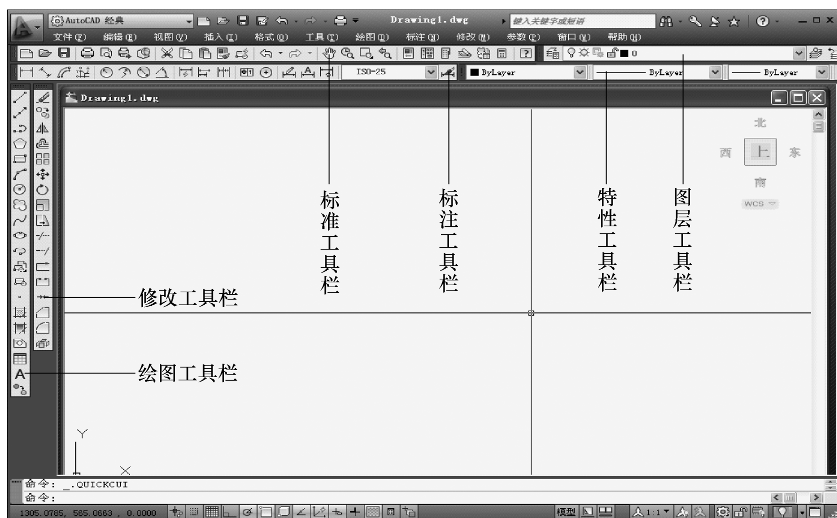


图 12-5　设置绘图工具栏

5）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“轴线”、“墙体”、“配电”和“标注”4个图层，各图层的颜色、线型和线宽如图12-6所示。



图 12-6　设置绘图工具栏

6）设置文字样式：在菜单栏依次执行“格式”/“文字样式”命令，系统弹出“文字样式”对话框，设定“样式（S）:”为“Standard”、“字体名（F）:”为“仿宋_GB2312”、“字体样式（Y）:”为“常规”、“高度（T）”为“14”、“宽度因子（W）:”为“1”、“倾斜角度（O）:”为“0”，然后单击“置为当前（C）”按钮，再单击“应用（A）”按钮并关闭该对话框，如图12-7所示。





图 12-7　设置文字样式

7）设定栅格：开启栅格，单击“状态栏”中的“栅格”按钮▦，在绘图窗口中将显示栅格，命令行中会提示“命令：<栅格 开>”。关闭栅格，可以再次单击“状态栏”中的“栅格”按钮▦，如图 12-8 所示。



图 12-8　设置文字样式

8）开启正交：单击“状态栏”中的“正交模式”按钮，在命令行中提示“<正交 开>”，若想关闭正交，可以再次单击“状态栏”中的“正交模式”按钮，如图 12-9 所示。

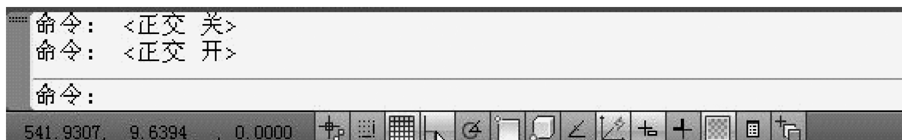


图 12-9　绘制交流符号

2. 绘制轴线

实例文件：example\Chl2\zhouxian.dwg

轴线也叫定位轴线，是施工中定位的重要依据，建筑物的承重墙、柱子等主要支撑构件都应画出轴线来确定位置。轴线采用细点划线绘制，两端为细实线圆圈，圆圈里写上轴线编号，纵轴从左至右用阿拉伯数字编号，横轴则采用大写拉丁字母自下而上编写。拉丁字母

I、O、Z 不能作为轴线编号，以防与阿拉伯数字中的 1、0、2 混淆。



操作步骤

1）绘制轴线：单击“图层”工具栏中下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“轴线”图层，使其转为当前图层，如图 12-10 所示。然后单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，在绘图窗口中绘制轴线。绘制的时候先确定两条相互垂直的直线，如图 12-11 所示。轴线长度约为：水平轴线 30000（楼长），竖直轴线 20000（楼宽）。



图 12-10　选择图层



图 12-11　绘制轴线

2）复制或偏移轴线：单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，输入偏移值，按空格键确认，鼠标单击选取轴线，在要进行偏移的方向单击，进行轴线的偏移，轴线的最终复制结果如图 12-12 所示。

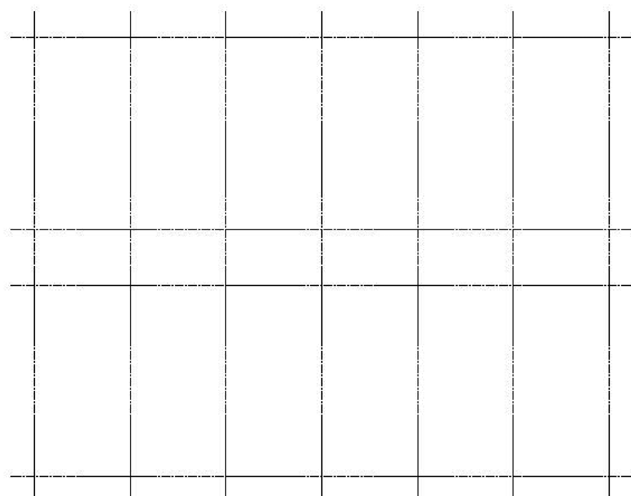


图 12-12　偏移轴线



当实体目标处于被激活的关键点状态时，AutoCAD 允许用户在以下操作之间切换：Stretch（拉伸）、Move（移动）、Rotate（旋转）、Scale（缩放）和 Mirror（镜像）。切换的方法很简单，包括直接按回车键、直接按空格键和输入各命令的前两个字母，其他的功能读者可以自己尝试操作一下。

3）绘制轴线编号框：单击“图层”工具栏中下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“标注”图层，使其转为当前图层，再绘图窗口中绘制轴线上的圆圈。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，再单击“对象捕捉”工具栏中的捕捉自按钮，用鼠标单击选取一条横轴的左端点作基点，再输入相对基点的偏移量如“@0，400”，这样选定圆圈的圆心，接下来指定圆圈的半径值为“400”。

4）填写轴线编号：在菜单栏依次执行“绘图”/“块”/“定义属性”命令，系统弹出“属性定义”对话框，如图 12-13 进行设置。

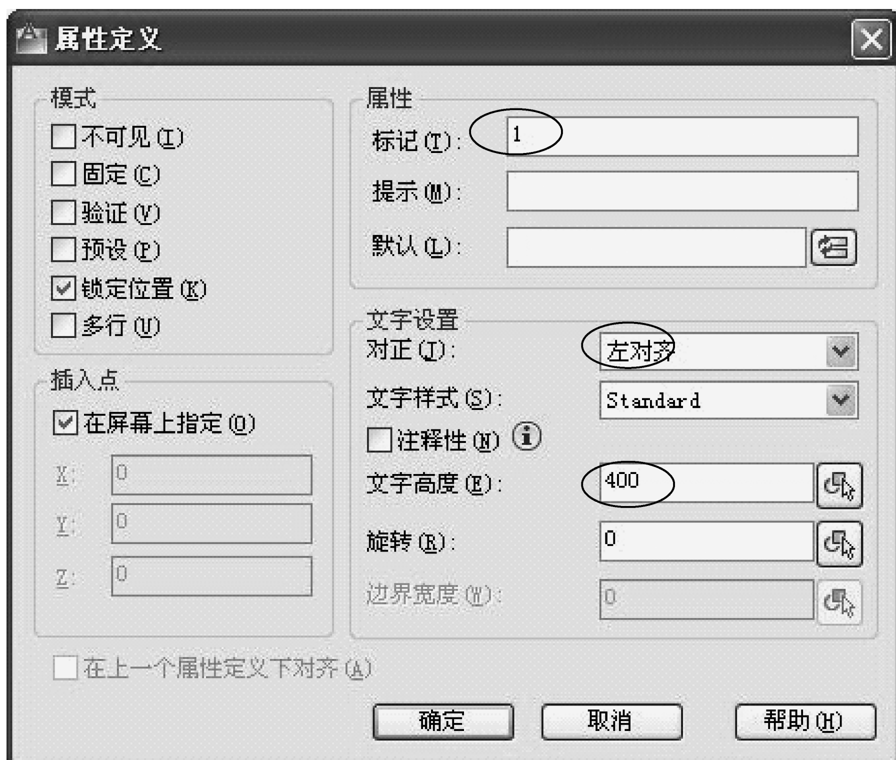


图 12-13　绘制轴线编号框操作

5）单击“确定”按钮，指定标号框圆心作为插入点。重复 4）、5）步骤，完成轴线标号绘制，如图 12-14 所示。

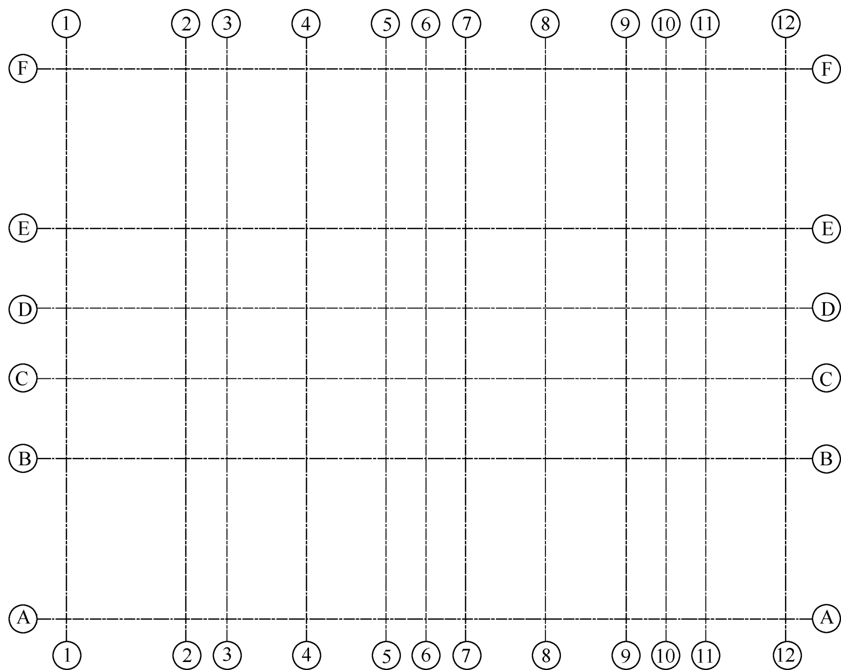


图 12-14　绘制轴线标号

3. 绘制墙体

实例文件：example\Ch12\qiangti.dwg

在轴线网的基础上，绘制建筑的墙体。墙体具有一定宽度，可以在多线命令中设置相应的宽度后，利用多线命令进行绘制。墙体一般都是相交的，用多线命令绘制出的墙体，可以利用多线编辑工具或者直接用修剪命令进行修改。



操作步骤

1）定义多线样式：用多线命令绘制墙体时，首先要根据墙体的厚度等设置多线样式。在菜单栏依次执行“格式”/“多线样式”命令，弹出“多线样式”对话框，如图 12-15 所示。



图 12-15　多线样式

2）单击“新建”按钮，弹出“创建新的多线样式”对话框，在“新样式名”里输入“墙体”，单击“继续”按钮。在弹出的“新建多线样式：墙体”对话框中，设置多线参数，如墙体厚度 240，则偏移值可以分别设成 120 和 –120，单击“确定”按钮，如图 12-16 所示。

3）绘制墙体：单击“图层”工具栏中下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择



"墙体"图层，使其转为当前图层。在菜单栏依次执行"绘图"/"多线"命令，利用"多线"命令绘制墙体，如图 12-17 所示。

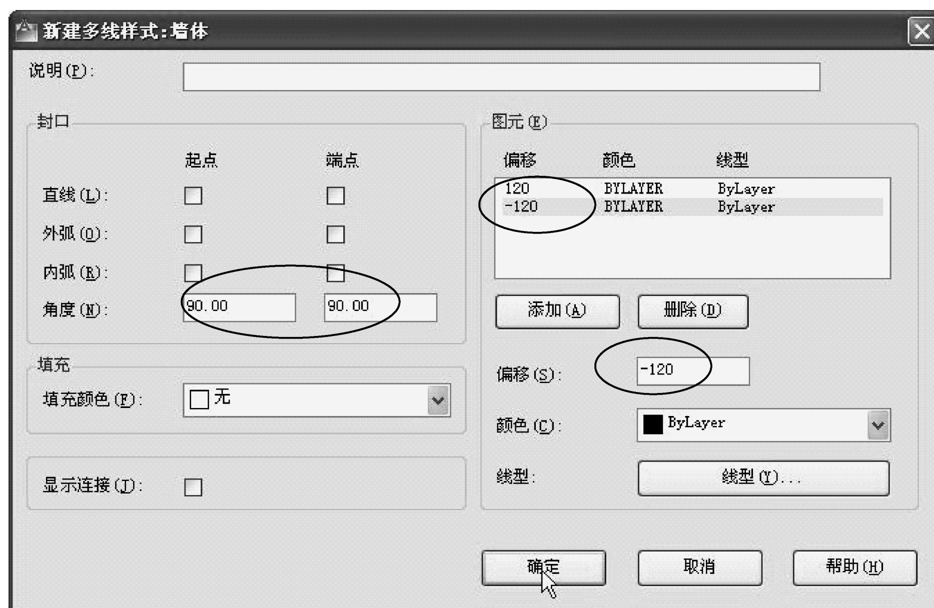


图 12-16　设置多线样式"墙体"

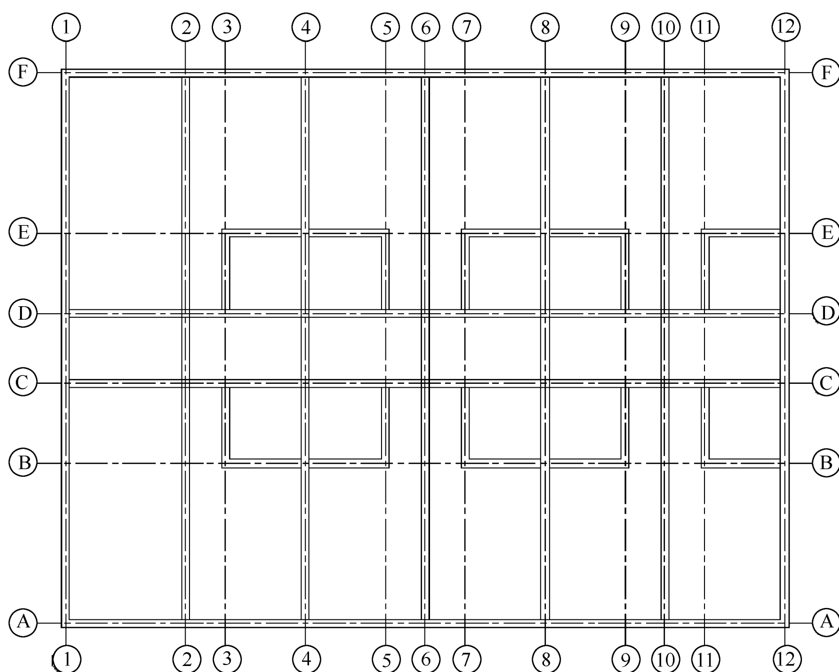


图 12-17　绘制墙体

4）编辑墙线：用"多线"命令绘制的墙线是互相交叉的，可以用"多线编辑工具"进行修改。在菜单栏依次执行"修改"/"对象"/"多线"命令，弹出"多线编辑工具"对

话框，单击“T 形打开”按钮 编辑墙线，如图 12-18 所示。



图 12-18　编辑墙线

5）修改墙线时，也可以先用分解命令将多线分解，再使用修剪命令进行修改。选取要修改的多线，单击“修改”工具栏的“分解”命令按钮，把多线分解。单击“修改”工具栏的“修剪”命令按钮，用鼠标选取剪切边，单击鼠标右键确定，再选取要修剪的对象进行修改。继续修改墙线，结果如图 12-19 所示。

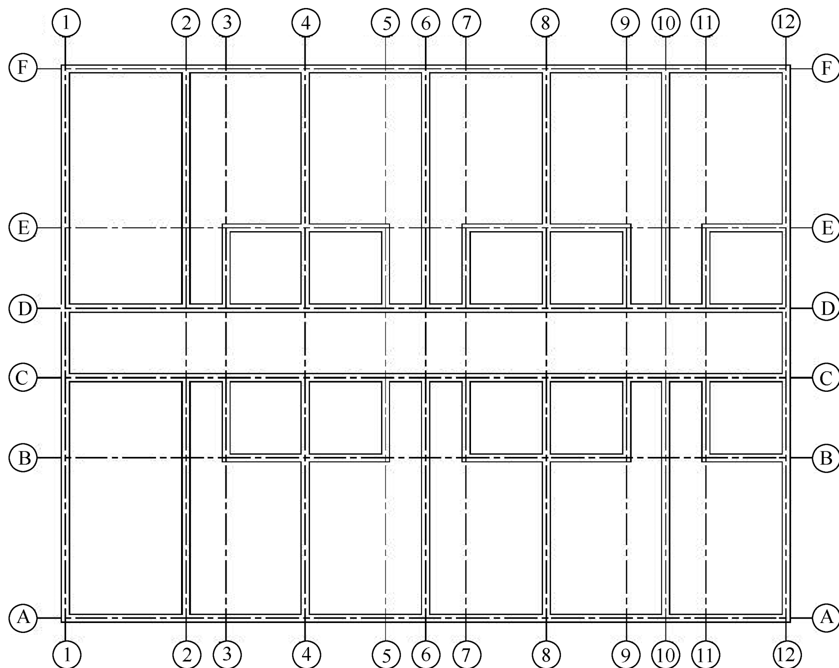


图 12-19　修改墙线

4. 绘制门　实例文件：example\ Ch12\ men.dwg

一般来说门的规格比较统一，可以将门制作成块，通过插入块完成建筑平面图中门的绘制。



操作步骤

1）设置“门窗”图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，单击对话框中的“新建图层”命令按钮，设置“门窗”图层，图层的颜色、线型和线宽如图 12-20 所示。



图 12-20　设置绘图工具栏

2）绘制矩形：单击“图层”工具栏中下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“门窗”图层，使其转为当前图层。单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，先单击鼠标指定一个角点，再输入字母“D”设置矩形尺寸，输入矩形长度“40”，宽度“900”，如图 12-21 所示。

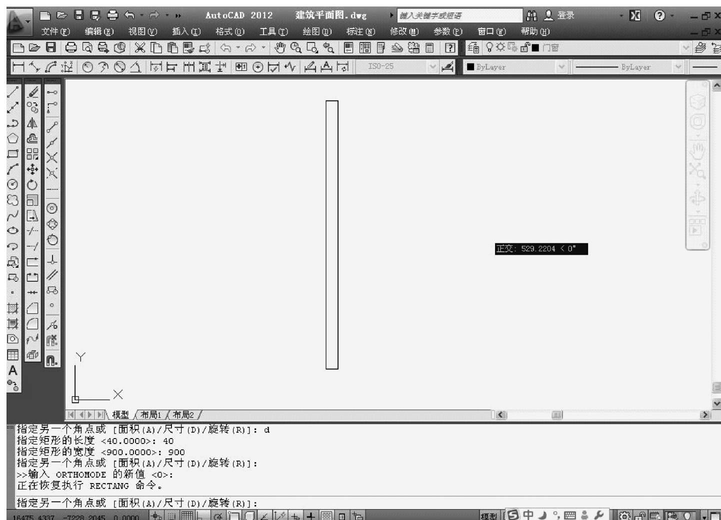


图 12-21　绘制矩形

3）单击“绘图”工具栏中的“圆弧”命令按钮，选择矩形右上角为起点，再输入字母“C”选择圆心输入，选择矩形的右下角为圆弧的圆心，输入字母 A 选择角度输入，输入圆弧角度为“90”，如图 12-22 所示。

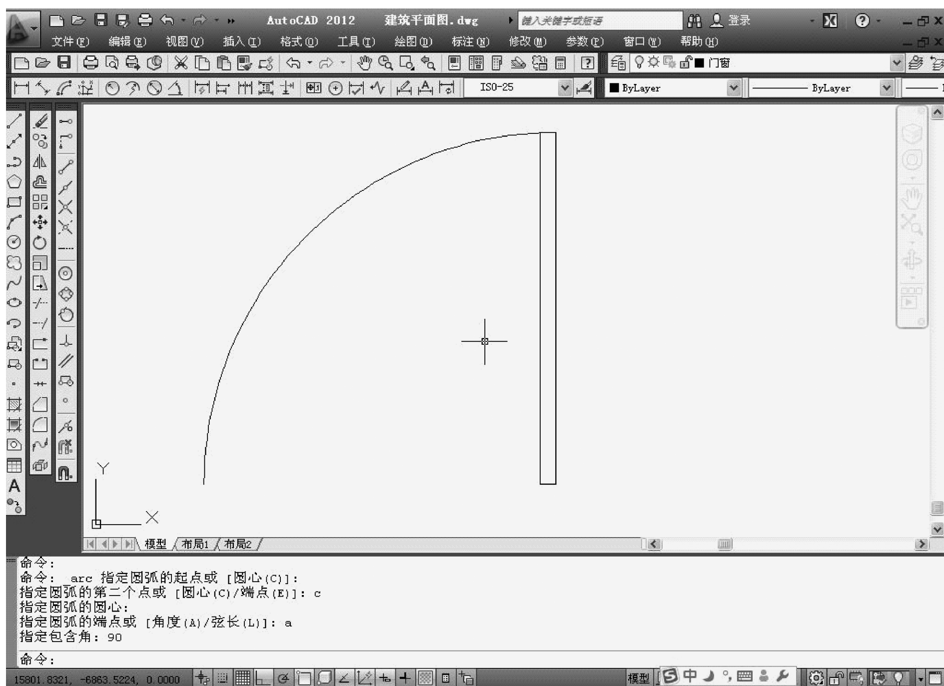


图 12-22　绘制圆弧

4）创建块：单击“绘图”工具栏中的“创建块”命令按钮，弹出“块定义”对话框，设置块参数。在名称里输入“门”，单击“拾取点”命令按钮，选择矩形的右下角作为拾取点；单击“选择对象”命令按钮，选择绘制的门图块；将对象区的选项设置为删除，单击确定，完成块创建，如图 12-23 所示。



图 12-23　创建块



5）块的调用设置：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，弹出“插入”对话框，设置参数。单击“名称”下拉列表框右边的下三角按钮，在名称列表中选择刚创建的块“门”，在比例区的选项设置为“统一比例”，单击确定完成设置，如图 12-24 所示。

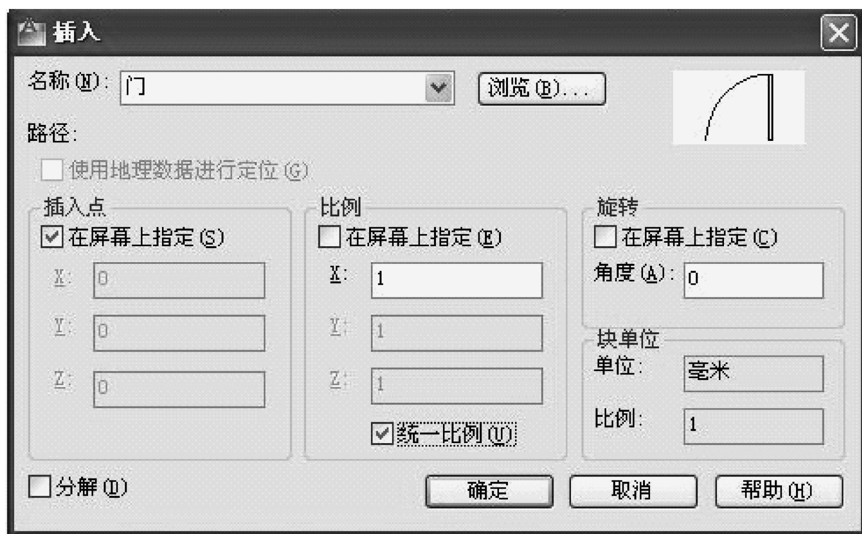


图 12-24　调用块

6）块的插入：单击“对象捕捉”工具栏中的捕捉自按钮，用鼠标单击选取基点，再输入相对基点的偏移量如“@-40，-120”，如图 12-25 所示。

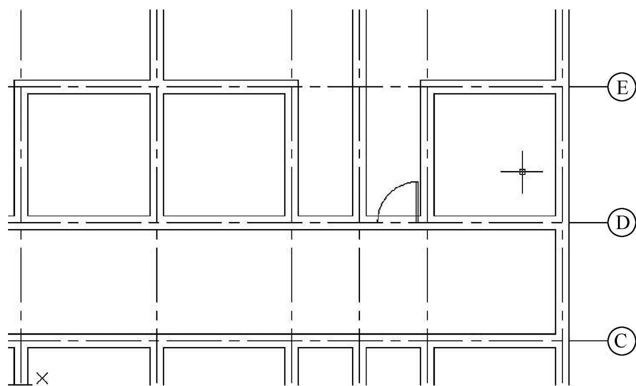


图 12-25　插入块

7）重复 5）、6）步骤，配合“修改”工具栏中的“镜像”、“缩放”、“旋转”、“移动”等命令，完成门的绘制，如图 12-26 所示。

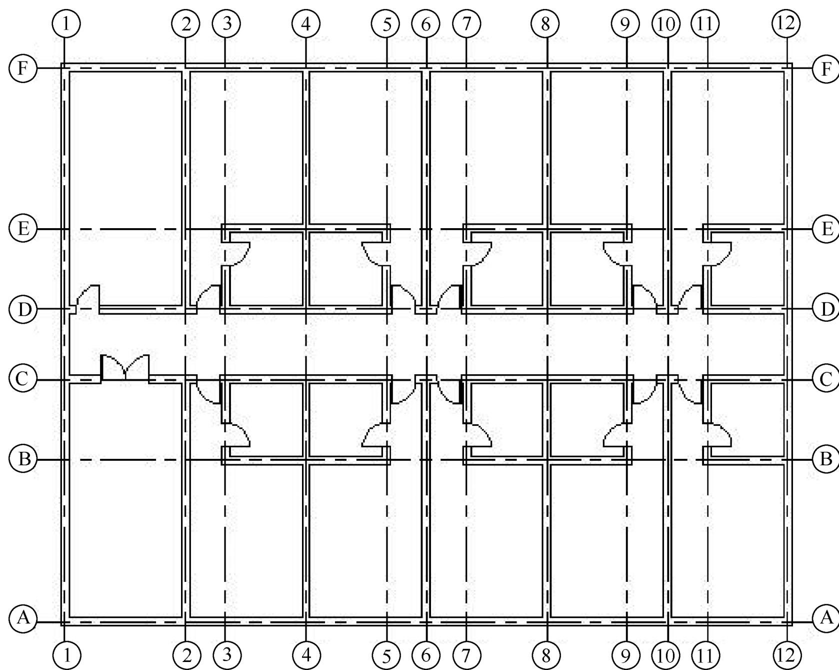


图 12-26　绘制门

5. 绘制窗户

绘制窗洞，除了可以采用类似门的创建块的方法外，还可以直接从 CAD 提供的块或设计中心中调出窗图块。



操作步骤

1）单击“图层”工具栏中下拉列表框右边的下三角按钮，在图层列表中选择“门窗”图层，使其转为当前图层。

2）单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，弹出“插入”对话框，设置参数。在名称里选择“窗-木结构 36 英寸宽向示意图”，在比例区的选项设置按实际大小进行缩放，单击“确定”完成设置，如图 12-27 所示。

3）还可以在菜单栏依次执行“工具”/“选项板”/“设计中心”命令，弹出“设计中心”对话框，在左侧的文件夹列表依次点击“Sample”/“DesignCenter”/“House Designer”/“块”，在右侧选取窗图块，弹出 2）步骤中的“插入”对话框，如图 12-28 所示。



图 12-27　调用窗户图块



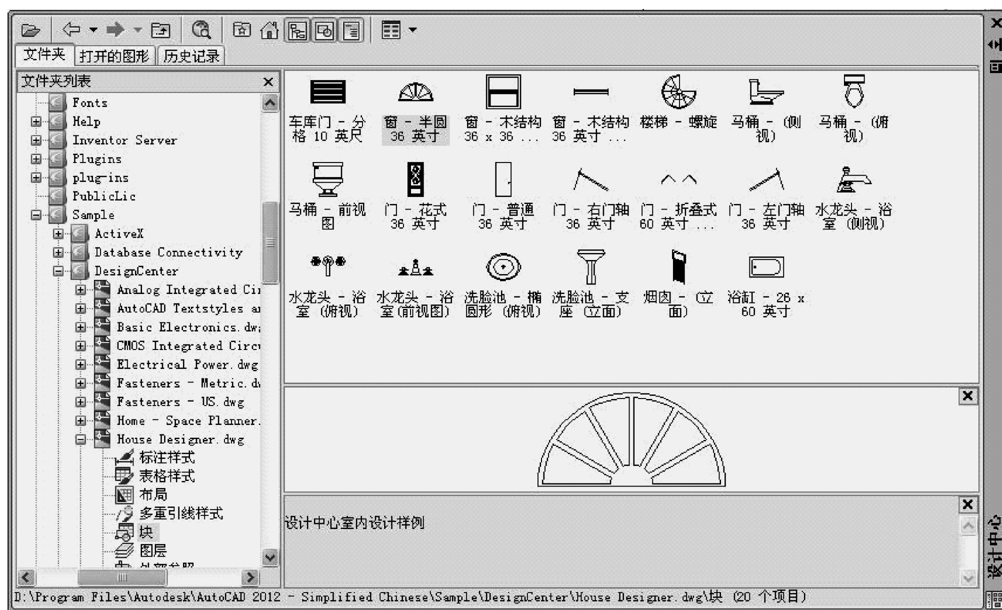


图 12-28　设计中心

4）重复 2）、3）步骤，配合“修改”工具栏中的“镜像”、“缩放”、“旋转”、“移动”等命令，完成建筑平面图中窗的绘制。

5）运用“直线”和“偏移”命令绘制楼梯，结果如图 12-29 所示。

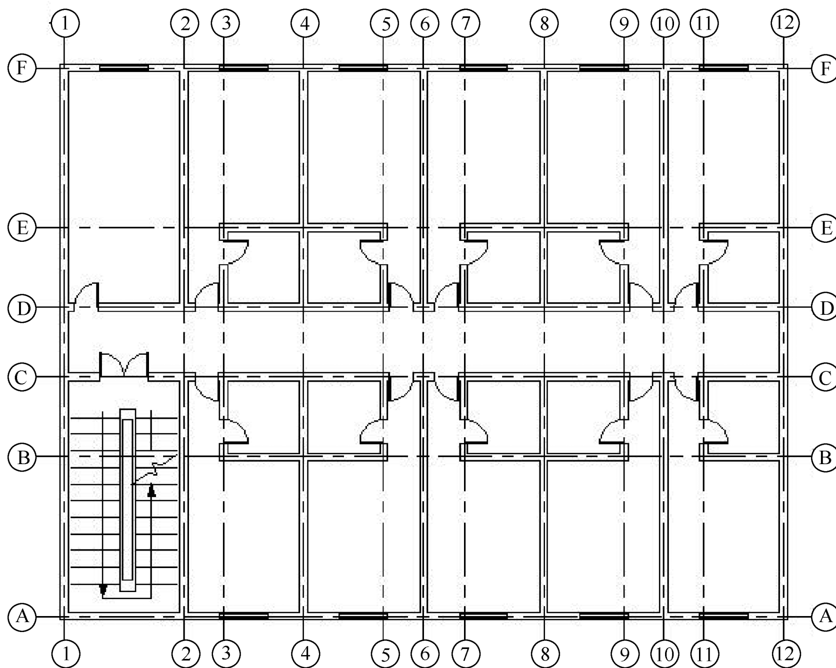


图 12-29　绘制窗户

12.2.2 强电布置图的绘制

操作录像：视频\Ch12\qiangdianbuzhitu.avi

建筑物的强电布置平面图要标明照明电器、开关按钮、插座和照明配电箱等相关设备。

1. 调用建筑平面图

打开 12.2.1 节中绘制的建筑平面图，在使用时，可以删除或关闭不需使用的建筑专业相关图层，并将建筑图的线条改为灰色系线条。



操作步骤

1）调用建筑平面图：单击“标准”工具栏中的“打开”命令按钮，输入建筑平面图存储路径并选取建筑平面图，单击“打开”按钮，如图 12-30 所示。



图 12-30 调用建筑平面图

2）设置图层：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，将“标注”、“楼梯”、“门窗”、“墙体”和“轴线”图层颜色设置成灰色，线宽设置成 0.15mm，设置成锁定，如图 12-31 所示。

3）设置后的建筑平面图如图 12-32 所示。



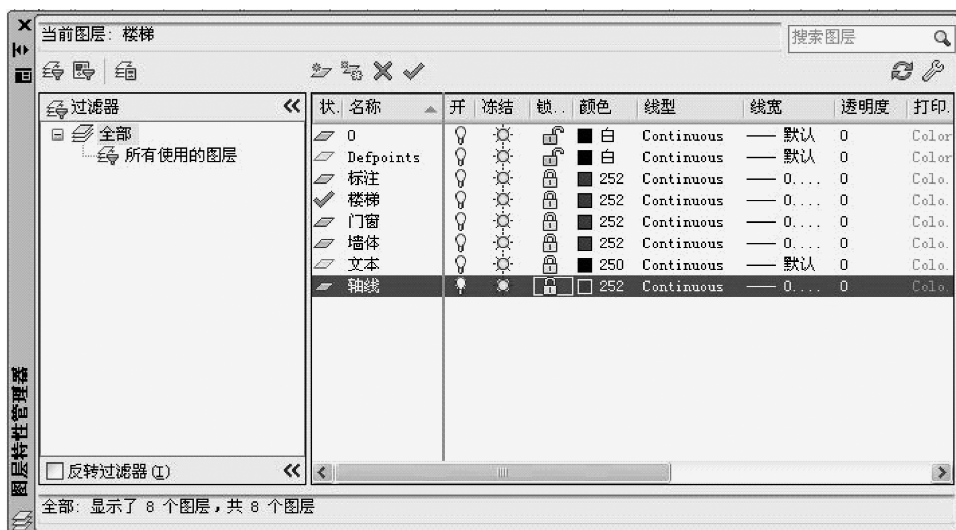


图 12-31　修改图层

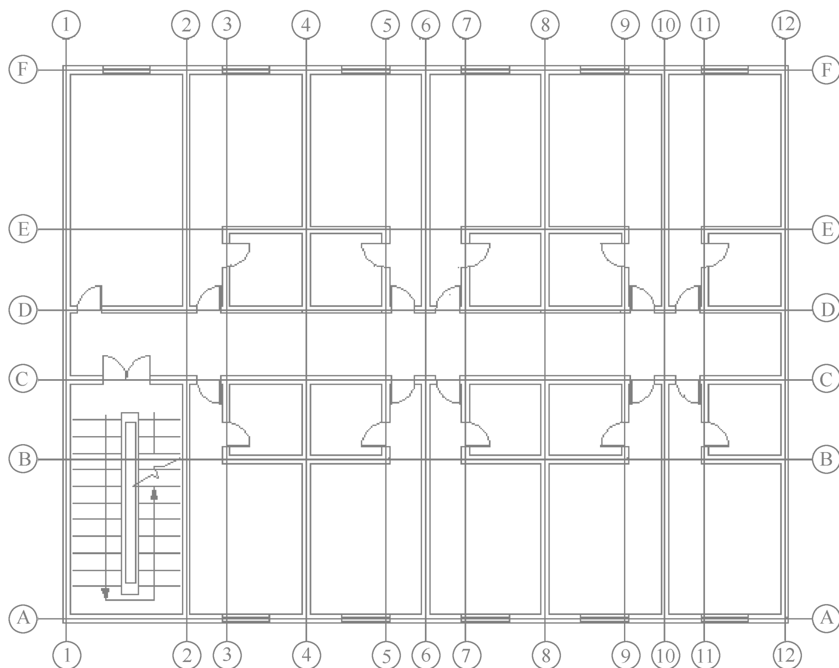


图 12-32　设置后的建筑平面图

2. 绘制照明设备

实例文件：example\ Ch12\ zhaomingshebei .dwg



操作步骤

1）新建“照明设备”，设置颜色为黑色，线型为 Continuous，线宽默认，并选取“照明设备层”为当前层。

2）绘制灯泡：绘制两个同心圆作为灯泡。单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，通过鼠标单击确定圆心位置，输入圆的半径值为 180；再次单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，捕捉第一个圆的圆心作为第二个圆的圆心，输入第二个圆的半径值为 200，操作如图 12-33 所示。



图 12-33　绘制灯泡操作

3）布置照明设备：房间照明灯一般布置在功能区的中部，卫生间的照明灯居中布置。单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，用鼠标选定两个同心圆作为对象，按空格键完成对象选择，再用鼠标选取圆心作为基点，最后指定第二点完成灯泡的复制，布置完的照明设备如图 12-34 所示。

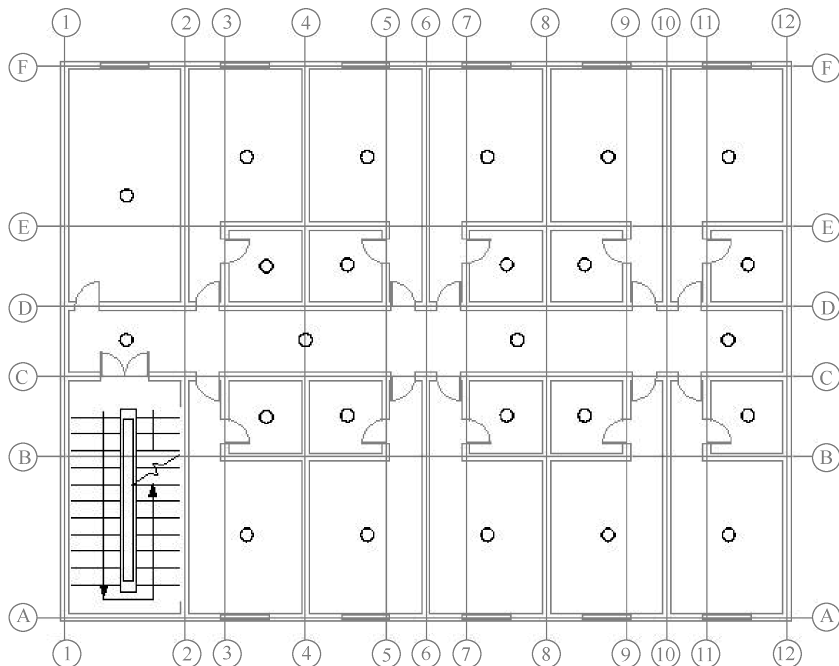


图 12-34　绘制灯泡

 复制一次灯泡以后，可以多次指定第二点完成多个灯泡的绘制。

4）绘制单极单控开关：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，输入圆的半径值为 100，按空格键确定；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，选取捕捉圆心，捕捉圆心作为起点，在正交状态下，鼠标指向圆的正上方，输入线段长度值为 400，按空格键确认，再将鼠标指向右方，输入线段长度值为 150，按空格键确认，如图 12-35 所示。



5）修剪：单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，鼠标左键选取圆为剪切边，按空格键确认，再用鼠标点选线段的圆内部分作为修剪对象。完成修剪，如图 12-36 所示。

6）旋转：单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，选取刚刚绘制的图形，按空格键确认，选取圆心作为基点，输入旋转角度为 −45°，按空格键确认，完成旋转，如图 12-37 所示。

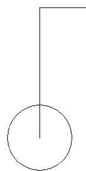


图 12-35　绘制单极单控开关

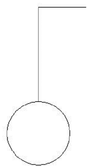


图 12-36　修剪

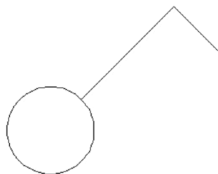


图 12-37　旋转

7）填充：单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，在“图案”选项区中，选取“SOLID”，设置如图 12-38 所示。



图 12-38　“图案填充和渐变色”对话框

8）在“边界”选项区点击“添加：拾取点”命令按钮，点击圆内任意一点，按空

格键完成填充边界的选取，单击“确定”按钮完成单极单控开关绘制，如图 12-39 所示。

9）绘制单极双控开关：在单极单控开关基础上，快速绘制单极双控开关。单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，选取开关中的两条线段，按空格键确认，选取圆心作为基点，输入“C”按空格键确认完成复制，输入旋转角度 180°，按空格键确认，完成单极双控开关的绘制，如图 12-40 所示。

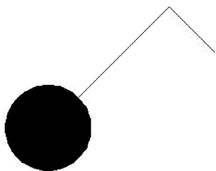


图 12-39　单极单控开关

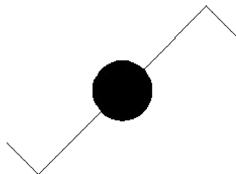


图 12-40　单极双控开关

10）绘制双极（三极）单控开关：在单极单控开关基础上，快速绘制双极（三极）单控开关。单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，输入偏移值 100，按空格键确认，鼠标单击选取与圆不相连的线段，在线段的左下方在此单击，完成双极单控开关的绘制。再次重复以上偏移，完成三级单控开关绘制，如图 12-41 所示。

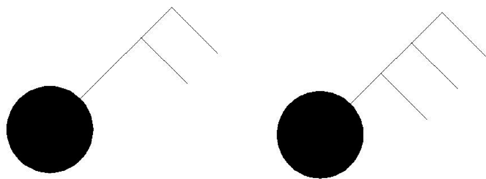


图 12-41　双极单控开关、三极单控开关

11）完成开关布置：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制开关到各房间，完成开关布置，如图 12-42 所示。

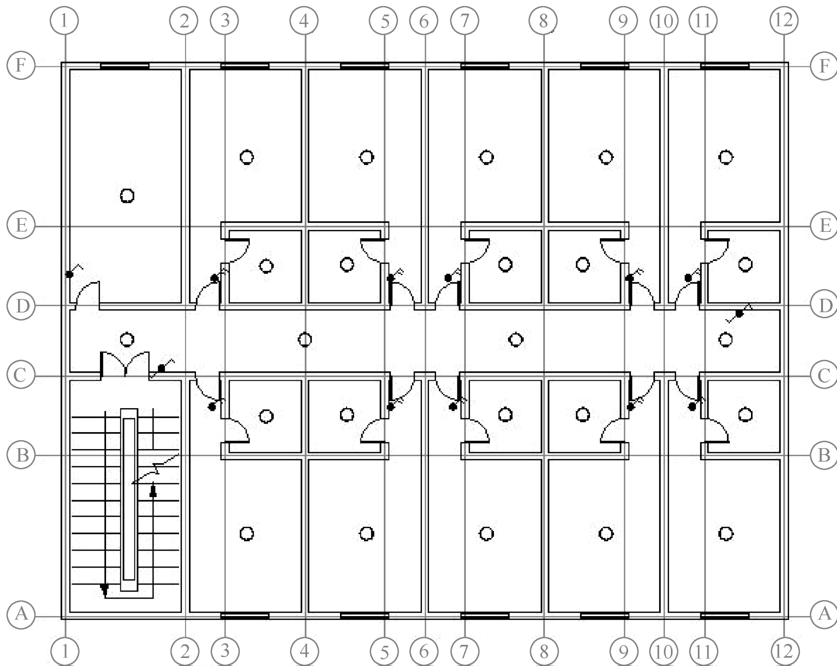


图 12-42　布置开关



3. 绘制插座

实例文件：example\ Chl2\ chazuo.dwg



操作步骤

1）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，单击选取任意一点作为起点，输入（@800，0），按空格键确定；单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，选取线段中点作为圆心，输入圆的半径值为250，按空格键确定；单击“修改”工具栏中的“偏移”命令按钮，输入偏移值65，按空格键确定，选取水平线段，在线段下方单击鼠标；重复偏移第一条水平线，偏移值分别为250和400。单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，从圆心和圆与第一条线段的交点，分别向最下的线段做3条垂线，如图12-43所示。

2）单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，鼠标左键选取圆为剪切边，按空格键确认，再用鼠标点选竖直线段的圆内部分作为修剪对象。用“剪切”命令，分别对线段和圆进行剪切，结构如图12-44所示。

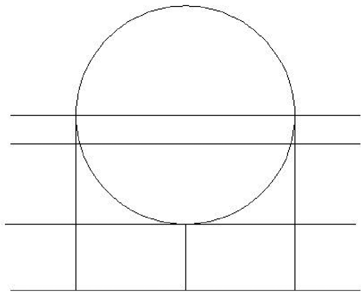


图 12-43　绘制插座

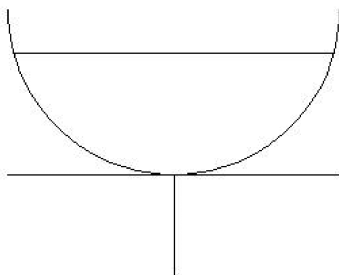


图 12-44　剪切

3）单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，在“图案”选项区中选取“SOLID”；在“边界”选项区点击“添加：拾取点”命令按钮，点击圆内任意一点，按空格键完成填充边界的选取，单击“确定”按钮完成插座的绘制，如图12-45所示。

4）完成插座布置：单击“修改”工具栏中的“复制”命令按钮，复制插座到各房间。卫生间插座和普通插座有所不同，如图12-46所示。

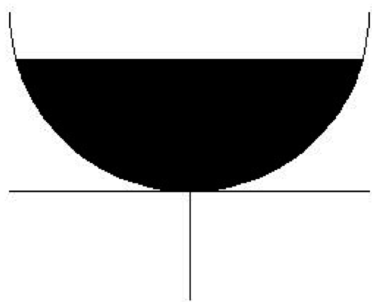


图 12-45　图案填充

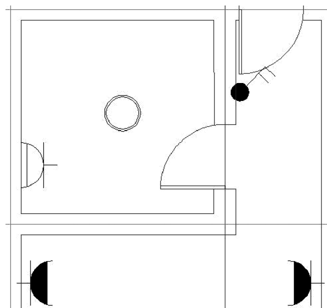


图12-46　卫生间插座和普通插座

5）空调插座要带字母“K”，如图 12-47 所示。

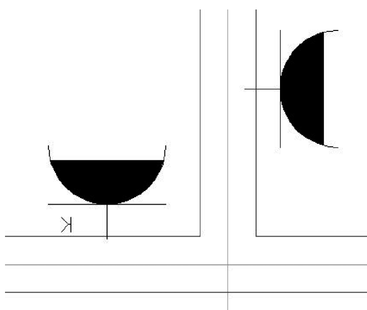


图 12-47　空调插座

6）完成开关布置，如图 12-48 所示。

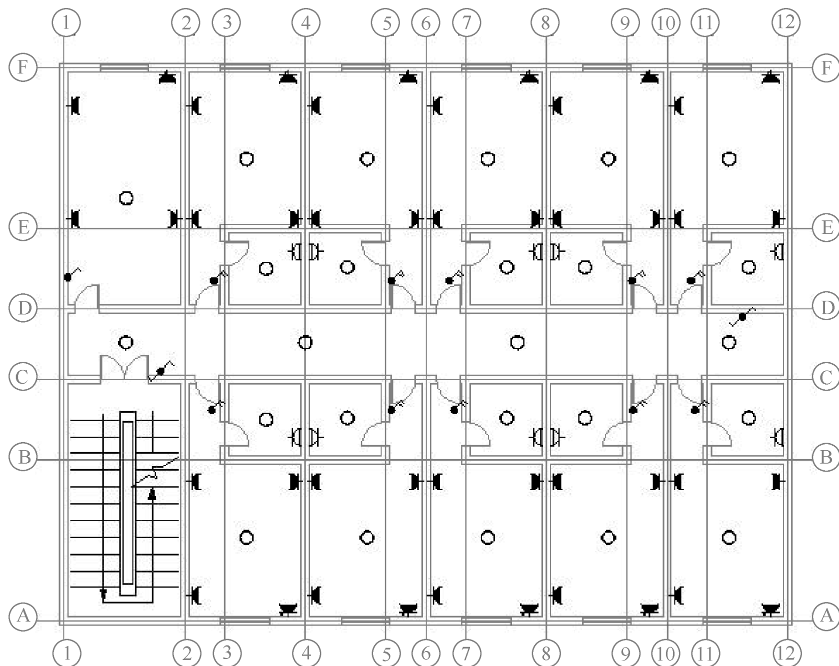


图 12-48　插座布置

4. 绘制配电箱和布线

实例文件：example\ Ch12\ peidianxianghebuxian.dwg

 **操作步骤**

1）绘制配电箱：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，先单击鼠标指定一个角点，再输入字母“D”设置矩形尺寸，输入矩形长度值为 1000，宽度值为 400；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉交点，绘制一条由矩形右上到左下的线段；单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，



在“图案”选项区中选取“SOLID”；在“边界”选项区点击“添加：拾取点”命令按钮，点击矩形左上范围内任意一点，按空格键完成填充边界的选取，单击“确定”按钮完成配电箱的绘制，如图 12-49 所示。

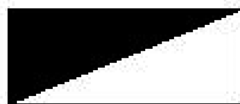


图 12-49　绘制配电箱

2）连接照明灯导线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，完成灯具和开关、配电间连接的导线，如图12-50所示。

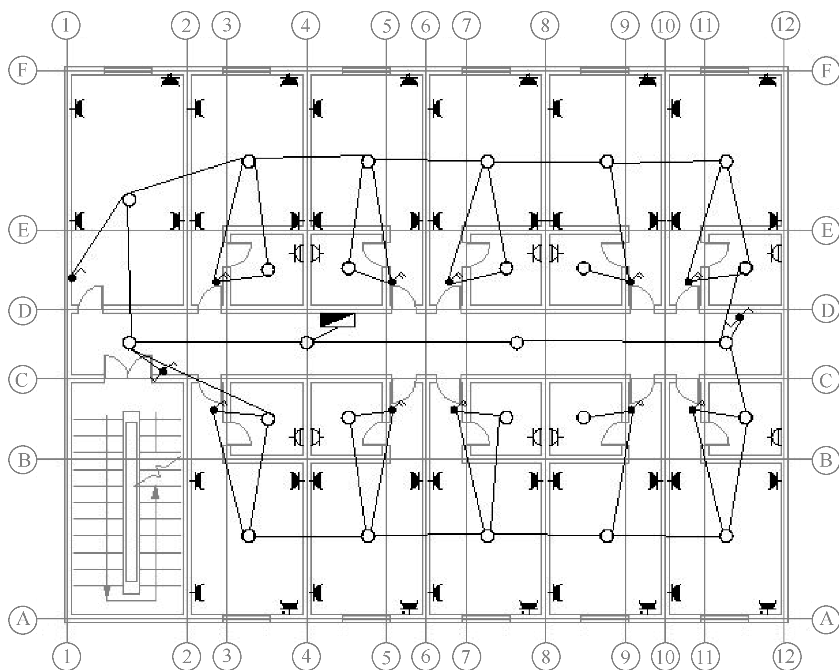


图 12-50　照明布线

3）普通插座布线：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，完成插座和配电间的布线，对线条进行交叉的地方进行修剪，如图 12-51 所示。

4）空调插座和卫生间插座布线，采用虚线表示，单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，完成插座和配电间的布线，对线条进行交叉的地方进行修剪，如图 12-52 所示。

12. 2. 3　弱电布置图的绘制

弱电系统设施包括智能网络系统、通信系统（广播、电话、闭路电视系统）、消防报警系统、安保检测系统等。

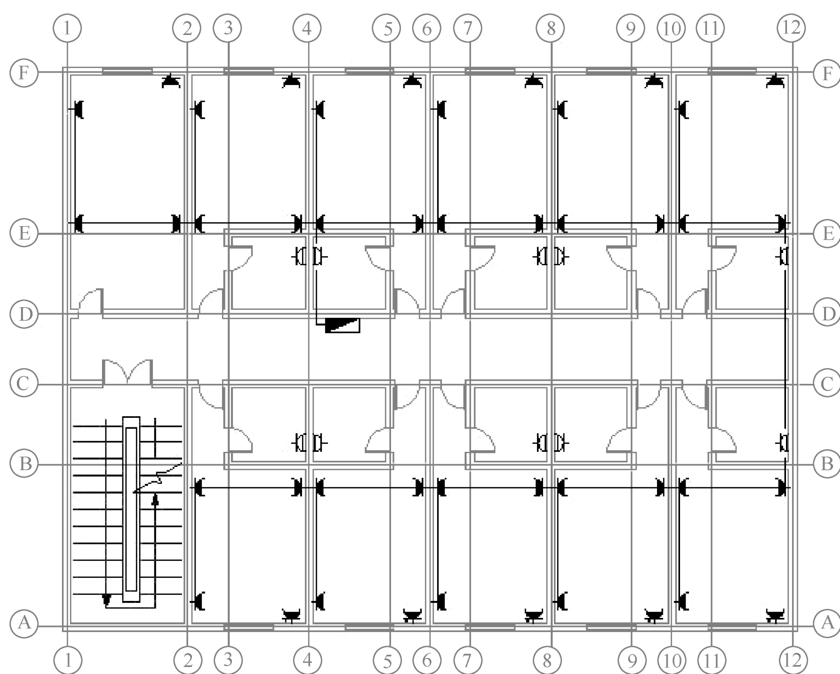


图 12-51　普通插座布线

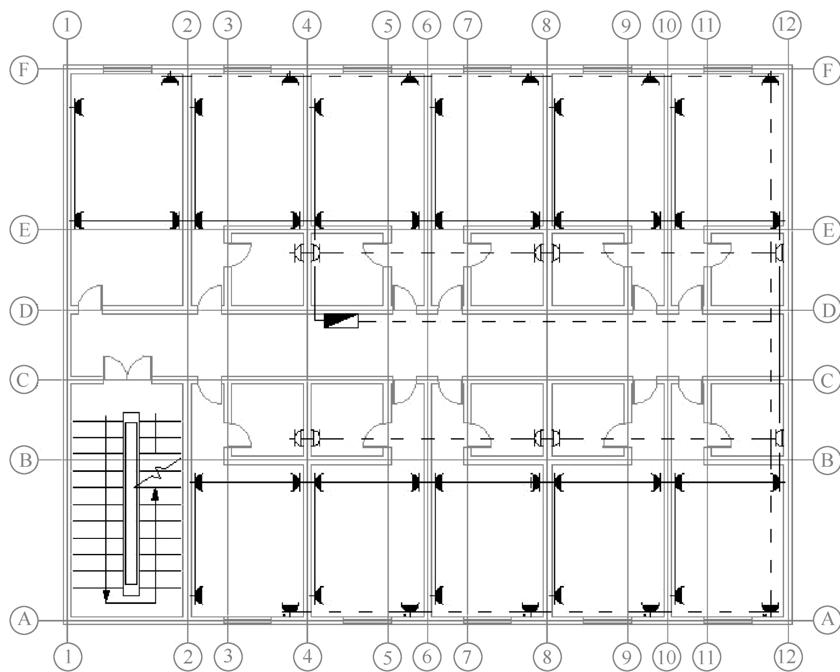


图 12-52　插座布线



1. 电话网络综合布线　实例文件: example\Chl2\dianhuawangluozonghebuxian.dwg



操作步骤

1）调用建筑平面图，删除或关闭不需使用的建筑专业相关图层，线条改为灰色细线条，使画面简洁。操作见 12.2.2 节。

2）创建电话插座轮廓：单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，击选取任意一点作为起点，输入（@0，500），按空格键确定；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉线段中点作为起点，输入（@250，0），按空格键确定；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉线段上端点作为起点，输入（@ －250，0），按空格键确定；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉线段下端点作为起点，输入（@ －250,0），按空格键确定，完成电话插座轮廓的绘制，如图 12-53 所示。

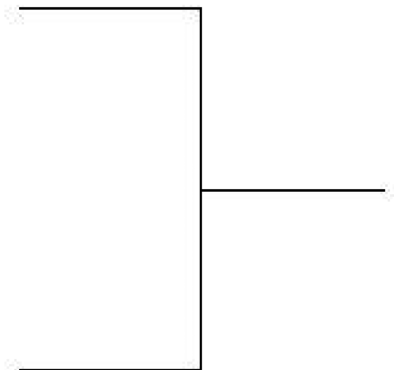


图 12-53　绘制电话插座轮廓

3）单击“绘图”工具栏中的“多行文字”命令按钮，捕捉电话插座轮廓的左上和右下两个点，划定文字的插入范围，弹出“文字格式”对话框；单击“字体”下拉列表框右边的下三角按钮，在字体列表中选择“仿宋_GB2312”图层；单击“文字高度”框，输入文字高度为 200；单击“多行文字对正”下拉列表框右边的下三角按钮，选择“正中 MC”，设置如图 12-54 所示。



图 12-54　多行文字设置

4）输入表示电话插座的标识文字“TP”，完成电话插座的绘制，如图 12-55 所示。

5）创建块：单击“绘图”工具栏中的“创建块”命令按钮，弹出“块定义”对话框，设置块参数。在名称里输入“电话插座”，单击“拾取点”命令按钮，选择右侧线的右端点作为拾取点；单击“选择对象”命令按钮，选择绘制的电话插座图块；将对象区的选项设置为删除，单击确定，完成块创建，如图 12-56 所示。

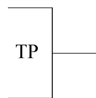


图 12-55　输入标识文字



图 12-56　创建电话插座图块

6）块的调用设置：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，弹出“插入”对话框，设置参数。单击“名称”下拉列表框右边的下三角按钮，在名称列表中选择刚创建的块“电话插座”，在比例区的选项设置为“统一比例”，单击确定完成设置，如图 12-57 所示。



图 12-57　插入电话插座图块

7）点击“确定”按钮，进行电话插座布置，结果如图 12-58 所示。

8）绘制电话分户信号箱：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，先单击鼠标指定一个角点，再输入字母“D”设置矩形尺寸，输入矩形长度值为 1000，宽度值为 400；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉交点，绘制由矩形右上到左下和左上到右下的两条线段；单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，在“图案”选项区中选取“SOLID”；在“边界”选项区点击“添加：拾取点”命令按钮，分别点击矩形左右两个三角范围内任意一点，按空格键完



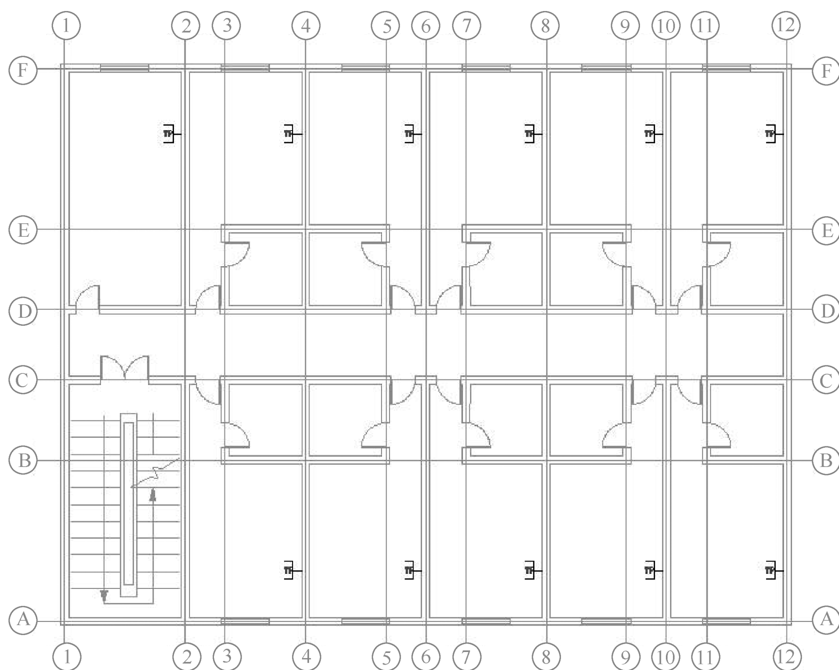
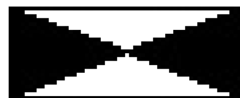


图 12-58　电话插座布置

成填充边界的选取，单击“确定”按钮完成电话分户信号箱的绘制，如图 12-59 所示。


图 12-59　绘制电话分户信号箱

9）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，完成电话信号线连接，如图 12-60 所示。

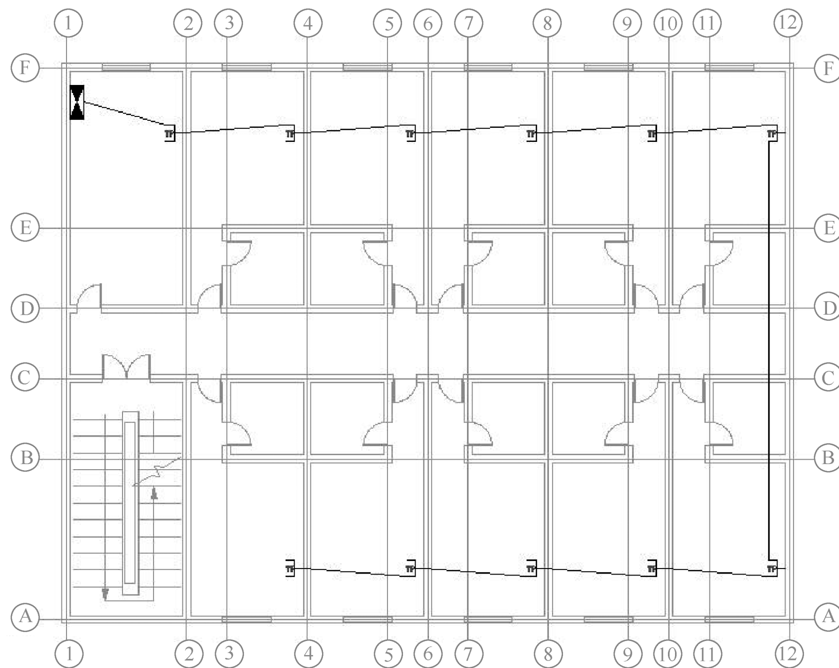


图 12-60　电话网络布置

2. 电视网络综合布线 实例文件：example\ Ch12\ dianshiwangluozonghebuxian.dwg



操作步骤

1）调用建筑平面图，删除或关闭不需使用的建筑专业相关图层，线条改为灰色细线条，使画面简洁。操作见 12.2.2 节。

2）绘制电视插座，参见 12.2.3 节，结果如图 12-61 所示。

3）创建块：单击“绘图”工具栏中的“创建块”命令按钮，弹出“块定义”对话框，设置块参数。在名称里输入“电视插座”，单击“拾取点”命令按钮，选择右侧线的右端点作为拾取点；单击“选择对象”命令按钮，选择绘制的电视插座图块；将对象区的选项设置为删除，单击确定，完成块创建，如图 12-62 所示。

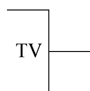


图 12-61　绘制电视插座



图 12-62　创建电视插座图块

4）块的调用设置：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，弹出“插入”对话框，设置参数。单击“名称”下拉列表框右边的下三角按钮，在名称列表中选择刚创建的块“电视插座”，在比例区的选项设置为“统一比例”，单击“确定”完成设置，如图 12-63所示。

5）点击“确定”按钮，进行电视插座布置，结果如图 12-64 所示。

6）绘制电视分户信号箱：单击“绘图”工具栏中的“矩形”命令按钮，先单击鼠标指定一个角点，再输入字母“D”设置矩形尺寸，输入矩形长度值为 1000，宽度值为 400；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉交点，绘制由矩形右上到左下和左上到右下的两条线段；单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，捕捉中点，绘





图 12-63　插入电视插座图块

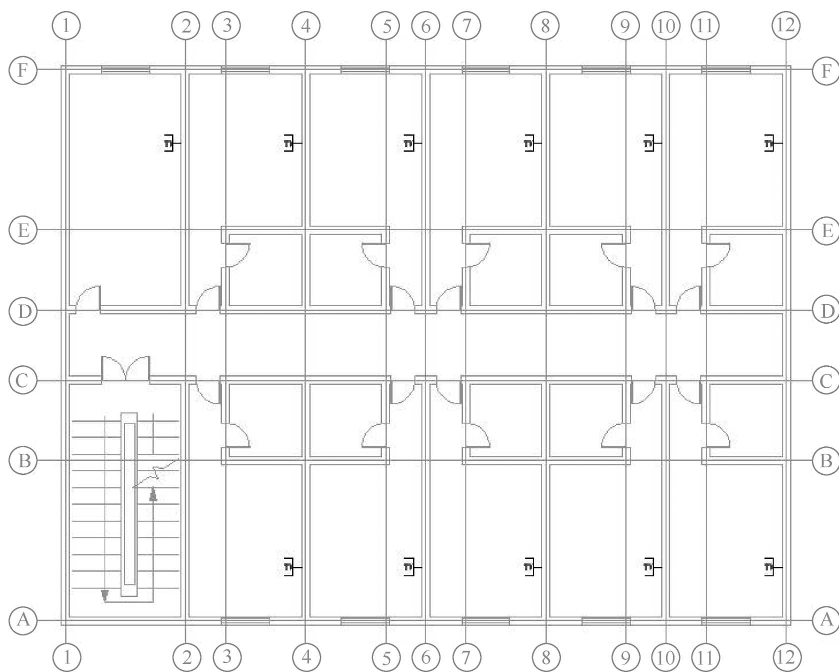


图 12-64　布置电视插座

制矩形的两条中线；单击“绘图”工具栏中的“图案填充”命令按钮，弹出“图案填充和渐变色”对话框，在“图案”选项区中选取“SOLID”；在“边界”选项区点击“添加：拾取点”命令按钮，分别点击如图 12-65 所示的四个区域，按空格键完成填充边界的选取，单击“确定”按钮完成电视分户信号箱的绘制。

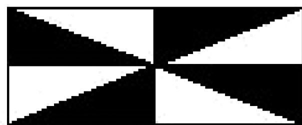


图 12-65　绘制电视分户信号箱

7）单击“绘图”工具栏中的“直线”命令按钮，完成电视信号线连接，如图 12-66 所示。

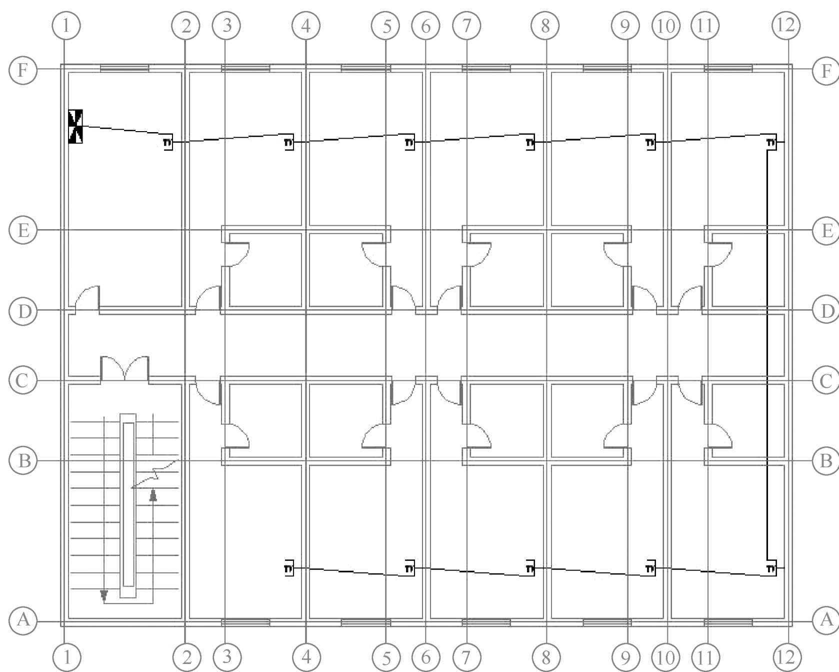


图 12-66　电视网络布置

8）剪切轴线：单击“图层”工具栏中的“图层特性管理器”命令按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，将轴线层之外的图层全部锁定，用法见 12.2.1 节；单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，用法见 12.2.3 节。结果如图 12-67 所示。

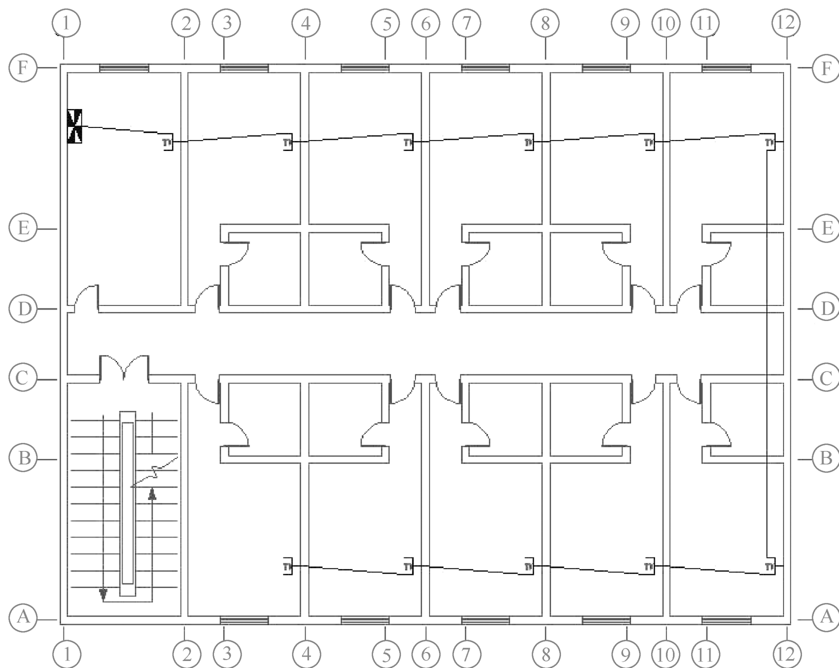


图 12-67　剪切轴线

9）进行标注和绘制图框：单击“标注”工具栏中的“线性”命令按钮进行标注，利用“直线”命令和“偏移”命令绘制图框，用法见 12.2.3 节，结果如图 12-68 所示。

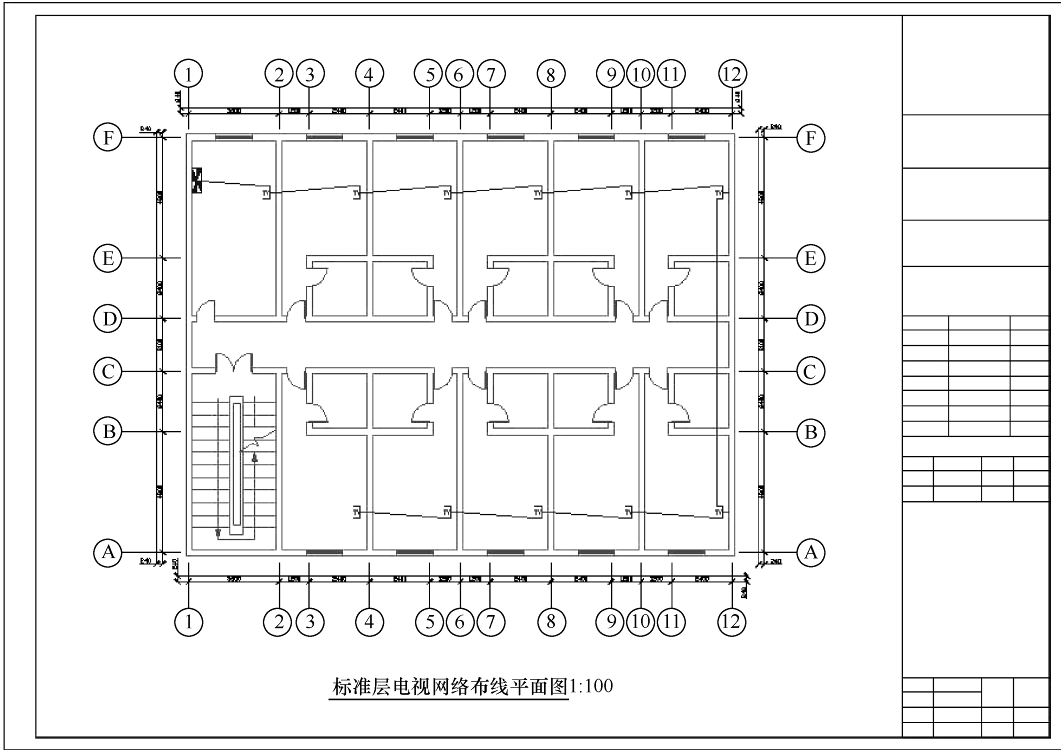


图 12-68　标注、绘制图框

12.3　建筑电气系统图的绘制

建筑电气系统图是采用线框、连线和字符构成的一种简图，是建筑设计单位提供给施工、使用单位进行电气设备安装、电气设备维护和管理的电气图，是电气施工的重要图样。建筑电气系统图要求布局清晰，绘图时根据所绘对象的各组成部分的作用及相互联系的先后顺序，自左向右排成一行或数行，也可以自上向下排成一列或数列。起主干作用的部分位于中心，辅助部分位于主干部分的两侧。

12.3.1　总配电箱系统图绘制

实例文件：example\ Ch12\ zongpeidianxiang.dwg

操作步骤

1）绘制电气系统主干线：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，任意选取一点作为多段线的起点，输入字母“W”，按空格键确认，输入起点宽度值为 60，按空格键确认，输入端点宽度为 60，按空格键确认，输入“@10000，0”，按空格键确认。

2）绘制一个“十”字作为系统图的控制开关：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，任意选取一点作为多段线的起点，输入“@600，0”，按空格键确认；单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，点选刚刚绘制的线段，按空格键确认，捕捉线段的中点作为旋转的基点，输入字母“C”，按空格键定义操作为复制，输入旋转角度值“90”，按空格键确认；单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，点选刚刚绘制的“十”字线段，按空格键确认，捕捉线段的中点作为旋转的基点，输入旋转角度值“45”，按空格键确认；复制刚刚绘制的“×”到主干线上约2/3处，如图12-69所示。



图12-69　绘制主干线

3）单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，捕捉“×”的交点作为多段线的起点，输入“@850，0”，按空格键确认单击“修改”工具栏中的“旋转”命令按钮，点选刚刚绘制的线段，按空格键确认，捕捉线段的右侧端点作为旋转的基点，输入旋转角度值“30”，按空格键确认；单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，按空格键，点击线段进行修剪，如图12-70所示。



图12-70　绘制控制开关

4）绘制接地符号：单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，单击“对象捕捉”工具栏中的“捕捉自”命令按钮，捕捉“×”的交点，输入“@－1200，0”，按空格键确认，再输入“@0，－600”；单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，等间距绘制三条长度递减的水平线段，如图12-71所示。

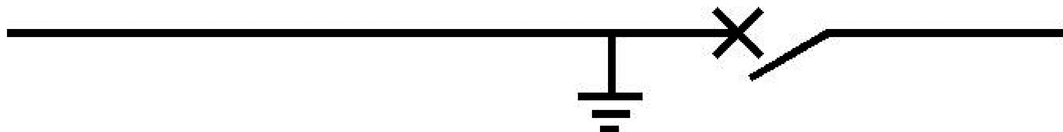


图12-71　绘制接地符号



5）绘制分支线路：通过主干线的右端点，绘制竖直线段，在线段右侧绘制分支线路，方法见主干线画法，结果如图 12-72 所示。

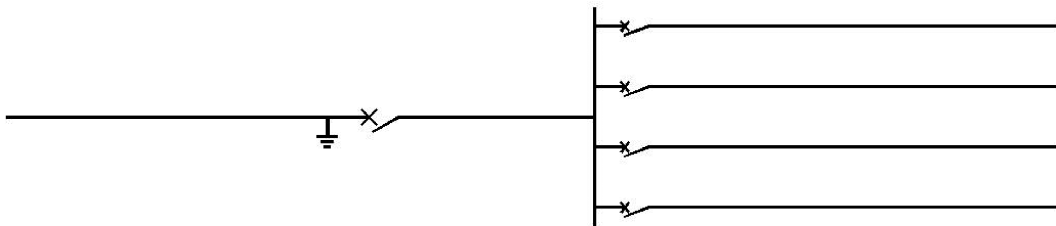
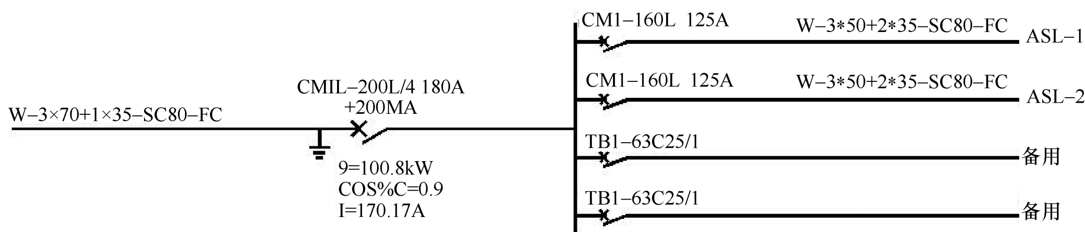


图 12-72　绘制分支线路

6）进行标注，完成总配电箱电气系统图，如图 12-73 所示。



总配电箱系统图

图 12-73　总配电箱电气系统图

12.3.2　弱电电气系统图绘制

实例文件：example\Ch12\ruodianxitongtu.dwg

本节以电视网络为例，讲解弱电电气系统图的绘制。



操作步骤

1）绘制户型分配器：单击“绘图”工具栏中的“圆”命令按钮，任意指定一点作为圆心，输入圆的半径值 650，按空格键确认；单击“绘图”工具栏中的“多段线”命令按钮，绘制一条过圆心的水平线段；单击“修改”工具栏中的“修剪”命令按钮，将圆和线段进行剪切；在半圆形的一侧绘制十字交叉图形，在交点左侧绘制一个小半圆，绘制同心圆形；对同心小圆进行填充；从小同心圆引出三条平行线，标注说明文字，如图 12-74所示。

2）按楼层进行复制，并连接各个楼层的线路，完成电视信号系统的绘制。

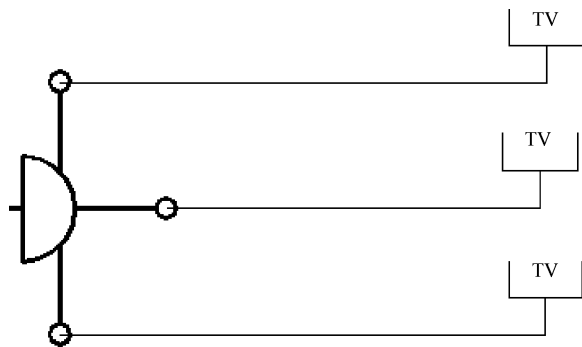


图 12-74　户型分配器

3）块的调用设置：单击“绘图”工具栏中的“插入块”命令按钮，弹出“插入”对话框，设置参数。单击“名称”下拉列表框右边的下三角按钮，在名称列表中选择刚创建的块“门”，在比例区的选项设置为“统一比例”，单击确定完成设置，如图 12-75 所示。

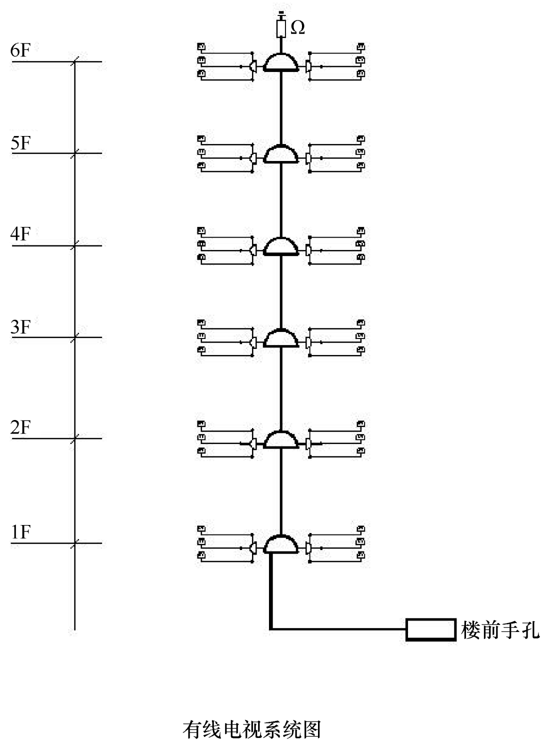


图 12-75　有线电视系统图



12.4　本章总结

本章以公寓楼配电平面图为例讲解了绘制建筑电气平面图和电气系统图的一般思路和方法，通过这个具有代表性的建筑电气平面图的绘制，使读者熟悉如何使用 AutoCAD 2012 进行建筑电气平面图设计，向读者展示了 AutoCAD 2012 在绘制建筑电气工程图中的强大功能，及其在绘制建筑电气工程图时的极大便利。

通过本章的学习，读者可以完整地掌握建筑电气平面图和建筑电气系统图的绘制方法与技巧，为从事建筑电气设计工作打下良好基础。

12.5　思考与练习

1. 思考题

1）建筑电气工程一般包括哪些项目？

2）建筑电气工程图通常具有哪些特点？

2. 操作题

1）绘制如图 12-76 所示某厂房消防报警平面图。

2）绘制如图 12-77 所示某办公室电气照明平面图。

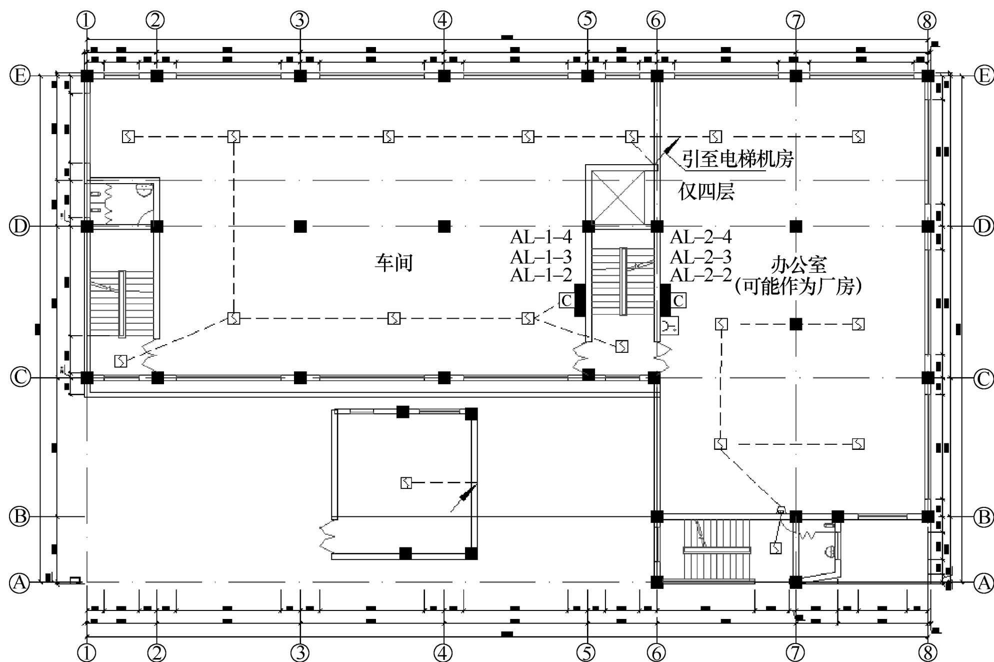


图 12-76　习题图 1

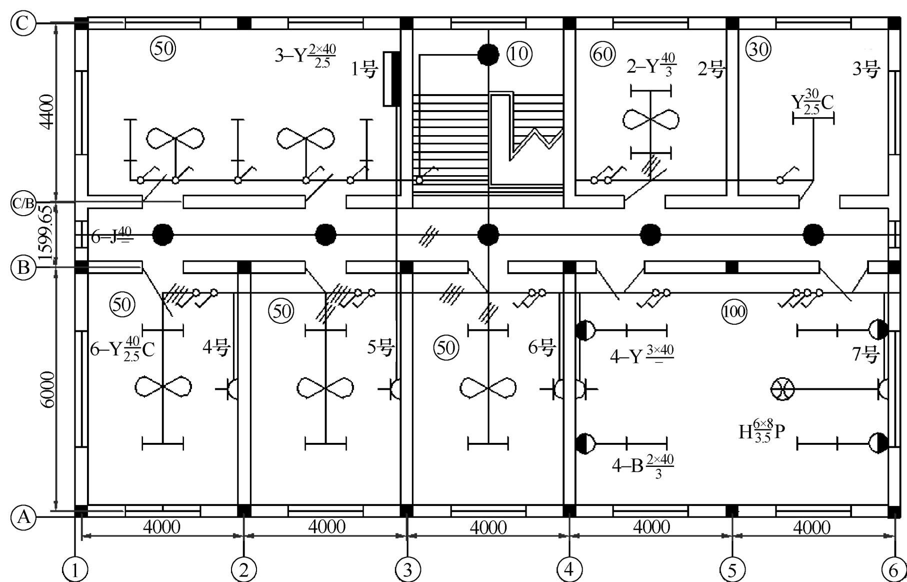

C
C/B
B
A
4400
1599.65
6000
4000
4000
4000
4000
4000
1
2
3
4
5
6
50
3–Y$\frac{2\times40}{2.5}$
1号
10
60
2–Y$\frac{40}{3}$
2号
30
3号
Y$\frac{30}{2.5}$C
6–J$\frac{40}{-}$
50
6–Y$\frac{40}{2.5}$C
4号
50
5号
50
6号
100
4–Y$\frac{3\times40}{-}$
7号
H$\frac{6\times8}{3.5}$P
4–B$\frac{2\times40}{3}$

图 12-77　习题图 2

附　　录

附录 A　常用电气元件文字符号

元件名称	新符号	旧符号	元件名称	新符号	旧符号
继电器	K	J	蓄电池	GB	XDC
电流继电器	KA	LJ	压力变送器	BP	YB
负序电流继电器	KAN	FLJ	温度变送器	BT	WDB
零序电流继电器	KAZ	LLJ	电钟	PT	
电压继电器	KV	YJ	电流表	PA	
正序电压继电器	KVP	ZYJ	电压表	PV	
负序电压继电器	KVN	FYJ	电能表	PJ	
零序电压继电器	KVZ	LYJ	有功功率表	PPA	
时间继电器	KT	SJ	无功功率表	PPR	
功率继电器	KP	GJ	同期表	S	
差动继电器	KD	CJ	频率表	PF	
信号继电器	KS	XJ	电容器	C	
信号冲击继电器	KAI	XMJ	灭磁电阻	RFS 或 Rfd	Rmc
中间继电器	KC	ZJ	分流器	RW	
热继电器	KR	RJ	热电阻	RT	
阻抗继电器	KI	ZKJ	电位器	RP	
温度继电器	KTP	WJ	电感（电抗）线圈	L	
瓦斯继电器	KG	WSJ	电流互感器	TA	CT 或 LH
合闸继电器	KCR 或 KON	HJ	电压互感器	TV	PT 或 YH
跳闸继电器	KTR	TJ	10kV 电压互感器	TV	SYH
合闸位置继电器	KCP	HWJ	35kV 电压互感器	TV	UYH
跳闸位置继电器	KTP	TWJ	110kV 电压互感器	TV	YYH
电源监视继电器	KVS	JJ	断路器	QF	DL
压力监视继电器	KVP	YJJ	隔离开关	QS	G
电压中间继电器	KVM	YZJ	电力变压器	TM	B
事故信号中间继电器	KCA	SXJ	同步发电机	GS	TF
继电保护跳闸出口继电器	KOU	BCJ	交流电动机	MA	JD

（续）

元件名称	新符号	旧符号	元件名称	新符号	旧符号
手动合闸继电器	KCRM	SHJ	直流电动机	MD	ZD
手动跳闸继电器	KTPM	STJ	按扭	SB	AN
加速继电器	KAC 或 KCL	JSJ	合闸按扭	SBC	HA
复归继电器	KPE	FJ	跳闸按扭	SBT	TA
闭锁继电器	KLA 或 KCB	BSJ	复归按扭	SBre 或 SBR	FA
同期检查继电器	KSY	TJJ	试验按扭	SBte	YA
自动准同期装置	ASA	ZZQ	紧急停机按扭	SBes	JTA
自动重合闸装置	ARE	ZCJ	起动按扭	SBst	QA
自动励磁调节装置	AVR 或 AAVR	ZTL	自保持按扭	SBhs	BA
备用电源自动投入装置	AATS 或 RSAD	BZT	停止按扭	SBss	
控制开关	SAC	KK			
转换开关	SAH 或 SA	ZK			
测量转换开关	SAM	CK			
同期转换开关	SAS	TK			
自动同期转换开关	2SASC	DTK			
手动同期转换开关	1SASC	STK			
自同期转换开关	SSA2	ZTK			
断路器	QF	DL			
刀开关	QK 或 SN	DK			
熔断器	FU	RD			
快速熔断器	FUhs	RDS			
闭锁开关	SAL	BK			
信号灯	HL	XD			
光字牌	HL 或 HP	GP			
警铃	HAB 或 HA	JL			
合闸接触器	KMC	HC			
接触器	KM	C			
合闸线圈	Yon 或 LC	HQ			
跳闸线圈	Yoff 或 LT	TQ			
插座	XS				
插头	XP				
端子排	XT				
测试端子	XE				
连接片	XB	LP			

附录 B　常用电气图形符号的表示

常用电气图形符号的表示如图 B-1 ~图 B-88 所示。

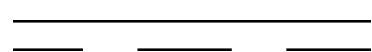


图 B-1　直流电

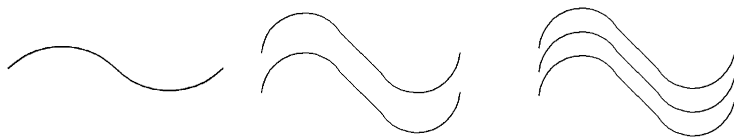


图 B-2　低频、中频、高频交流电

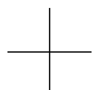


图 B-3　正极



图 B-4　负极

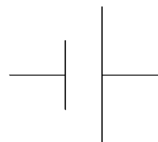


图 B-5　原电池或蓄电池

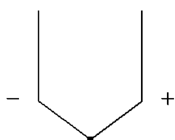


图 B-6　热电耦

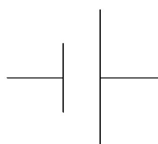


图 B-7　原电池或蓄电池组

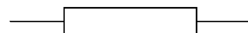


图 B-8　电阻器

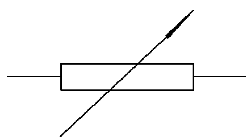


图 B-9　可调电阻器

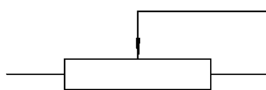


图 B-10　电位器

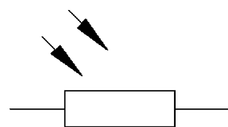


图 B-11　光敏电阻

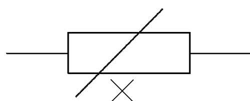


图 B-12　线性磁敏电阻器

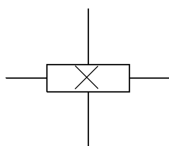


图 B-13　霍尔发生器

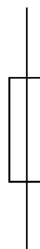
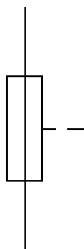
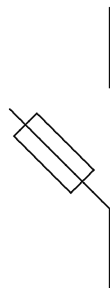
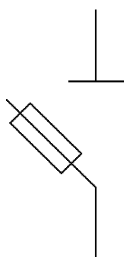


图 B-14　熔断器一般符号


图 B-15　供电端由粗线表示的熔断器


图 B-16　带机械连杆的熔断器


图 B-17　熔断器式开关


图B-18　熔断器式隔离开关

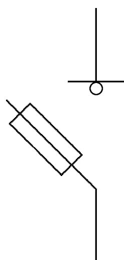
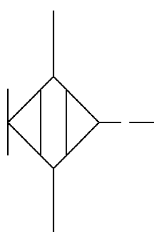
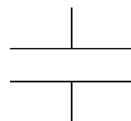
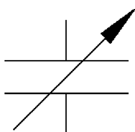

图B-19　熔断器式负荷开关

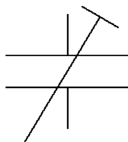

图 B-20　火花间隙


图 B-21　避雷器


图 B-22　接触传感器


图 B-23　电容器一般符号


图 B-24　可调电容器


图 B-25　预调电容器

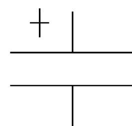


图 B-26　极性电容器


图 B-27　电感器

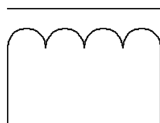
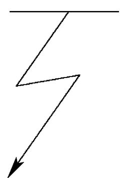
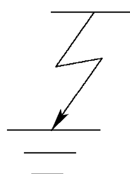
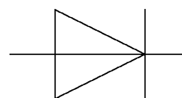
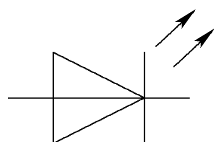

图 B-28　带磁心（铁心）的电感器

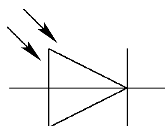

图 B-29　故障

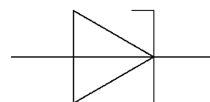

图 B-30　闪路击穿

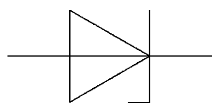

图 B-31　导线对地绝缘击穿

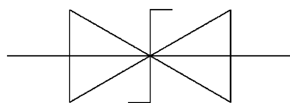

图 B-32　二极管

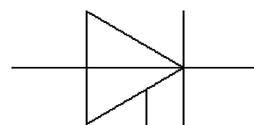

图 B-33　发光二极管

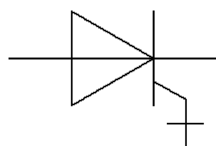

图 B-34　光敏二极管


图 B-35　隧道二极管


图 B-36　单向击穿二极管


图 B-37　双向击穿二极管


图 B-38　三极晶体闸流管


图 B-39　可关断三极晶体闸流管

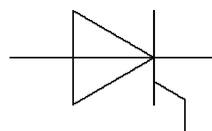
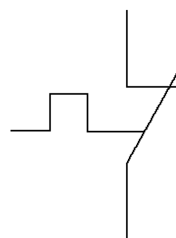

图 B-40　反向阻断三极晶体闸流管


图 B-41　一般开关


图 B-42　负荷开关


图 B-43　隔离开关


图 B-44　热敏自动开关的动断触点

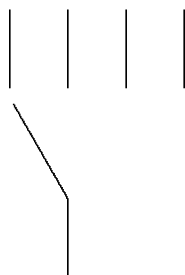

图 B-45　多位置开关


图 B-46　常开位置开关


图 B-47　常闭位置开关

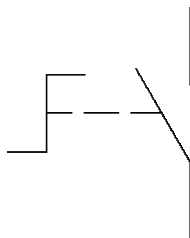


图 B-48　旋转开关

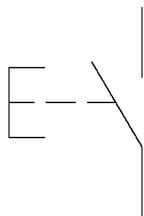


图 B-49　按钮（不闭锁）



图 B-50　断路器



图 B-51　接触器常开主触点



图 B-52　常闭触点

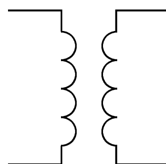


图 B-53　双绕组变压器

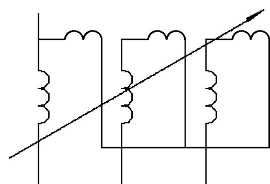


图 B-54　三相感应调压器

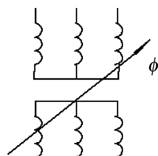


图 B-55　三相移相器

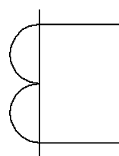


图 B-56　电流互感器

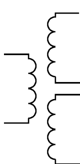


图 B-57　三绕组变压器

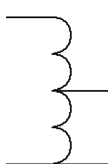


图 B-58　自耦变压器

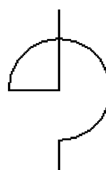


图 B-59　电抗器

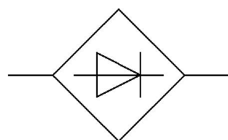


图 B-60　桥式全波整流器

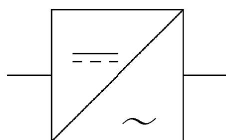


图 B-61　逆变器

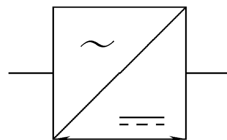


图 B-62　整流器

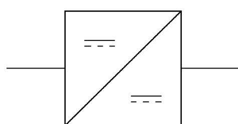


图 B-63　直流变流器

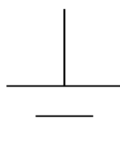


图 B-64　一般接地符号

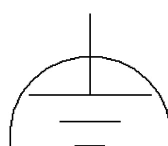


图 B-65　无噪声接地

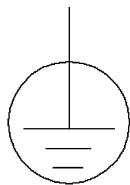


图 B-66　保护接地

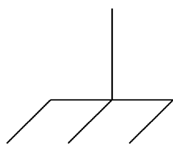


图 B-67　接机壳或接底板

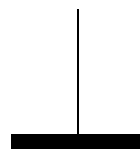


图 B-68　接机壳或接底板

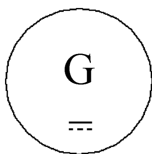


图 B-69　直流发电机

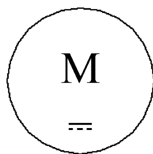


图 B-70　直流电动机

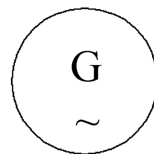


图 B-71　交流发电机

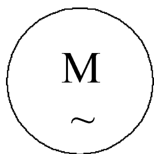


图 B-72　交流电动机

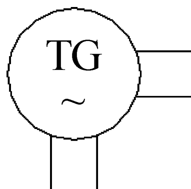


图 B-73　交流测速发电机

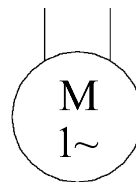


图 B-74　单相笼型异步电动机

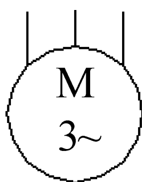


图 B-75　三相笼型异步电动机

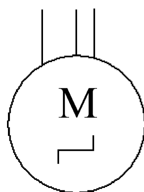


图 B-76　步进电动机

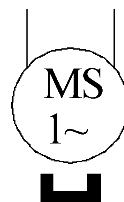


图 B-77　单相永磁同步电动机

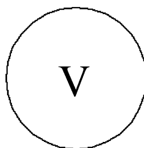


图 B-78　电压表

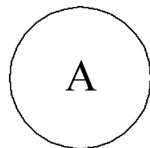


图 B-79　电流表

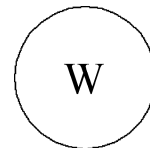


图 B-80　功率表

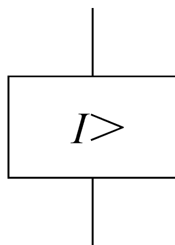


图 B-81　过电流继电器

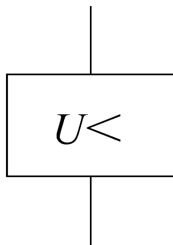


图 B-82　欠电压继电器

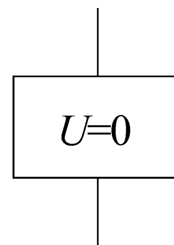
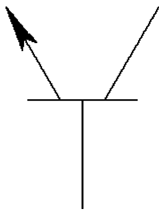
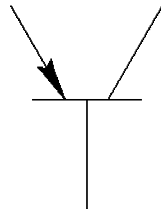
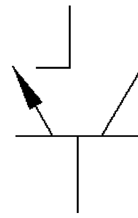
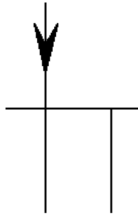


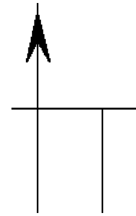
图 B-83　零电压继电器


图 B-84　NPN 型晶体管


图 B-85　PNP 型晶体管


图 B-86　NPN 型雪崩晶体管


图 B-87　N 沟道结型场效应晶体管


图 B-88　P 沟道结型场效应晶体管

参 考 文 献

[1] 中国标准出版社．电气简图用图形符号国家标准汇编［M］．北京：中国标准出版社，2001.
[2] 舒飞，郭浩．中文版 AutoCAD2011 电气设计［M］4 版．北京：机械工业出版社，2011.
[3] 梁玲．AutoCAD 2011 电气设计（配光盘）［M］．北京：清华大学出版社，2011.
[4] 胡仁喜，刘昌丽，林双燕，等．精通 AutoCAD 2011 中文版电气设计［M］．北京：化学工业出版社，2011.

零基础学 AutoCAD2012 电气制图工程应用



地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术／电子技术
ISBN 978-7-111-39560-7
ISBN 978-7-89433-622-4（光盘）
策划编辑◎牛新国、顾谦 ／封面设计◎陈沛

ISBN 978-7-111-39560-7

9 787111 395607
定价：69.90元